



Kapitel 1 - Elevvejledning

# Mikroorganismer: Svære at leve med, umulige at leve uden

## Øvelse 1.1: Fremstilling af agarplader

### Formål

Du skal fremstille agarplader, som du skal bruge til de andre øvelser i hæftet.

### I skal bruge

- LB agar pulver
- Petriskåle
- Lille beholder til afvejning af LB agarpulver
- Vægt
- Mikrobølgeovn
- Beholder beregnet til mikroovn
- Grydelapper
- Køleskab (Til opbevaring af agarpladerne)

### Sådan gør I

1. Start med at se den lille film om fremgangsmåden. [Sådan laver du en agarplade \(video\)](#)
2. Fyld Glasbeholderen op med 200ml vand.
3. Du skal veje 7 g LB agarpulver.
4. Hæld de 7 gram LB agar pulver over i glasbeholderen med vand.
5. Skru låget på glasbeholderen og ryst den indtil pulveret er opløst.
6. **OBS!** Skru låget af glasbeholderen og sæt det løst på igen, så der ikke dannes overtryk ved opvarmningen i mikroovnen.
7. Sæt glasbeholderen ind i mikrobølgeovnen.
8. Indstil mikrobølgeovnen til 1 min med en varmestyrke på 600W.
9. Brug varmemhandske!  
Tag glasbeholderen ud og i en cirkulær bevægelse ryst opløsningen rundt nænsomt.
10. Sæt glasbeholderen ind igen og indstil mikrobølgeovnen på 15 sekunder. Tag glasbeholderen ud og i en cirkulær bevægelse ryst opløsningen rundt nænsomt.  
**OBS!** Pas på, at den ikke stødkoger (skummer over ved ryst)  
Gentag 1 gang mere.
11. Herefter skal du varme opløsningen af 5 sekunder af gangen. Tag den ud og i en cirkulær bevægelse ryst opløsningen nænsomt rundt.  
Denne proces gentages indtil væsken er klar og der ikke er spor af agar klumper.
12. Når agar opløsningen er klar at se på skal den stå i 15-30 minutter (Husk varmemhandsker).
13. Du skal nu mærke efter om agarblandingen er blevet så kold, at du kan holde den i hånden, men stadig er flydende.
14. Nu skal du fylde agarblandingen over i petriskålene. Agarblandingen skal kun lige dække bunden.  
Du kan med fordel hælde så kun halvdelen af bunden dækkes af den flydende agar. Ved at rykke agarpladen frem og tilbage vil agaropløsningen fordeles over hele bunden.  
På den måde har du agar til flere plader ☺
15. Du skal sætte låget på skrå over petriskålen indtil agarblandingen er blevet kold. Ellers kan damp ikke undslippe og du får vanddråber på indersiden af låget.
16. Efter 10-20 minutter vil pladerne være færdige og de kan opbevares i køleskab ved 5 grader celsius.

## Øvelse 1.2: Osmose

### Beskrivelse

I skal undersøge osmosefænomenet. Der er tre forskellige øvelser. Tal med jeres lærer om hvilke af øvelserne, der passer til jeres klasse.

- A) Osmose i æg. Se et æg vokse og skrump, når det ligger i henholdsvis vand eller sirup.
- B) Osmose i rødløg. Se hvordan cellen skrumpes og udvider sig indenfor cellevæggen i planteceller. I forsøget er brugt rødløg, da det giver et tydeligt resultat.
- C) Osmose i kartofler. Ændring af kartoffelstykkers vægt med forskellige saltkoncentrationer.

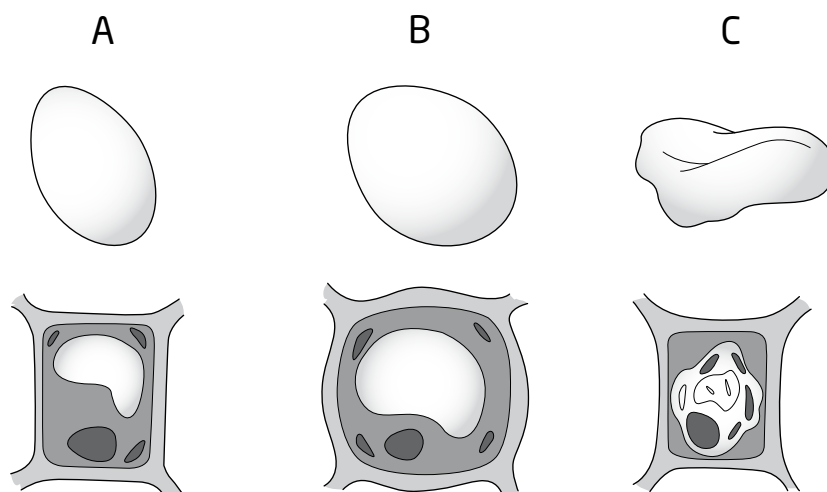
### Generel baggrund

Osmose er en strøning af vandmolekyler fra én side af en membran til den anden side af membranen. Membranen er lavet, så kun vandmolekyler kan komme igennem. Hvis der så kommer salt, sukker eller proteiner i vandet på den ene side af membranen vil strømmingen af vandmolekyler fra den anden side af membranen øges. Vandstanden på den side af membranen, hvor der er tilsat et stof vil der stige. I de næste tre forsøg kan I se resultatet af osmose.

Hønseægget er en af de største levende celler, der findes (strudseæg er det allerstørste). Et hønseæg uden den yderste skal er, ligesom vores celler i kroppen, omsluttet af en membran. Vores celler i kroppen er omgivet af en væske, der er i ligevægt med væsken inde i cellen. Det kalder man, at væsken er isotonisk.

Hvis væsken på de to sider af en membran ikke er i ligevægt (ikke har samme koncentration), kalder man væsken med højest koncentration hypertonisk, og den med laveste koncentration hypotonisk.

Som eksempel er vand fra vandhanen hypertonisk i forhold til destileret vand, men hypotonisk i forhold til saftvand eller havvand.



Øverste række: æg uden skal men med en intakt cellemembran. Nederste række: planteceller. A) cellerne befinder sig i en isotonisk væske og der er derfor ligevægt mellem vandtransport ind og ud af både ægge- og plantecellen. B) cellerne befinder sig i en hypotonisk væske og vandtransporten ind i cellerne er derfor større end ud af cellerne. Derfor svulmer både ægge- og plantecellen op. C) cellerne befinder sig i en hypertonisk væske og der er derfor ligevægt mellem vandtransport ind og ud af både ægge- og plantecellen.

## A) Osmose i æg

Eksperiment om vands transport igennem en semipermeabel membran.

### Formål

I skal, ved hjælp af osmose, få æg til at optage og udskille vand uden at bryde æggets membran. I skal undersøge, hvordan sukker påvirker dette.

### I skal bruge

- 2 glas
- 2 æg
- En vægt
- Sirup
- Vand
- Blå frugtfarve
- Eddikesyre



### Sådan gør I

Udfør først trin 1 til 4 for at fjerne skallen fra æggene. Det gør I ved at opløse skallen i eddike

1. Læg to æg op i en skål.
2. Hæld lagereddike (5 %) over æggene til de er dækkede. Lad æggene stå i 24 timer.
3. Hæld eddiken i vasken, og hæld eddike over æggene igen. Ligesom i punkt 2.
4. Hæld eddiken i vasken, og tag æggene op.

I er nu klar til at udføre selve forsøget:

5. Du skal nu veje æggene og skrive deres vægt ned i dit hæfte inden du går videre med forsøget.
6. Placer forsigtigt et æg uden skal i hvert glas. Noter hvilket æg som ligger i glas 1 og hvilket æg ligger i glas 2.
7. Hæld 3 dl sirup over ægget i glas 1 til det er helt dækket.
8. Hæld vand tilsat frugtfarve over ægget i glas 2 til det er helt dækket.
9. Lad æggene stå i 24 timer.
10. Tag æggene op og vej dem.

### Efterbehandling

Ændringen af vægten angivet i procent beregnes med denne formel:

$$\frac{\text{Vægtefterforsøget} - \text{vægtindenforsøget}}{\text{vægtindenforsøget}} \cdot 100 = \%$$

Væske	Vægt inden forsøget	Vægt efter forsøget	Ændring i vægt	Ændring i %
Vand				
Sirup				

## Spørgsmål

Hvad skete der med ægget, der havde ligget i vand?

Hvad skete der med ægget, der havde ligget i sirup?

Hvornår stopper osmose?

Når ægget er i vand, er ægget så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?

Når ægget er i sirup, er ægget så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?

Hvad er saltindholdet i en ægcelle?

Hvilke(n) væske(r) kan ægget ligge i for at opnå samme resultat som i sirup?

## B) Osmose i rødløg

### Formål

I skal iagttage, hvad der sker med celler, når de anbringes i forskellige saltkoncentrationer.

I dette forsøg vil ændringer i den lilla farve i rødløg illustrere de forskelle, der sker i vandkoncentrationen.

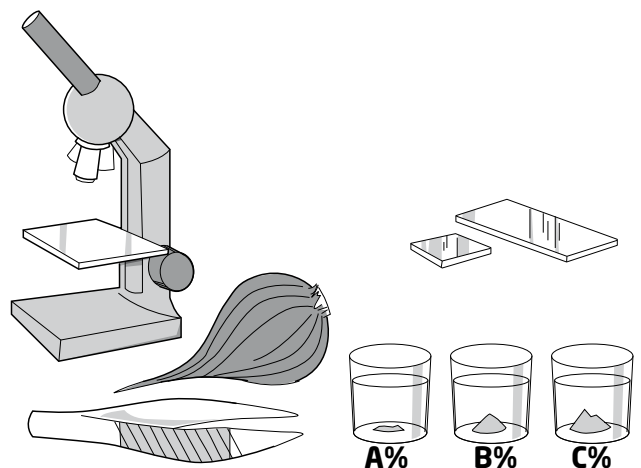
Natrium ( $Na^+$ ) molekyler er for store til at diffundere gennem cellens membran. Vand vil derfor strømme ind og ud af cellerne i rødløget for at cellens indre er i ligevægt med omgivelserne.

### I skal bruge

- Rødløg
- Pincet
- Mikroskop
- Objektglas
- Dækglas
- Vand med en saltkoncentration på 0,9%
- Vand med en saltkoncentration på 15%
- Destilleret vand
- Køkkenrulle

### Sådan gør I

1. Anbring et lille stykke af den røde hinde af rødløget i en dråbe destilleret vand på objektglasset.
2. Læg forsigtigt et dækglas over og skriv ned, hvad du ser.
3. Tegn en skitse af hvordan cellerne ser ud.
4. Erstat vandet med saltopløsningen 0,9% ved forsigtigt at løfte dækglasset og påføre en dråbe af opløsningen.
5. Læg dækglas forsigtigt over igen og tør evt. overskydende væske væk med en serviet.
6. Se og skriv ned, hvad der sker med cellerne efter de har fået tilført saltopløsningen.
7. Tegn en skitse af, hvad du har set.
8. Tag et nyt stykke løgblad og gentag fremgangsmåden med saltopløsningen på 15%.



**Efterbehandling**

Løgceller	Celler med demineraliseret vand	Celler med 0,9% NaCl	Celler med 15% NaCl
Tegning			

1. Du skal beskrive de tre celler: Hvad skete der med størrelsen? Hvad skete der med farven? Er der forskel på de tre celler?
2. Hvorfor mindskes arealet af den lilla væske når løget ligger i blandingen med NaCl?
3. Hvorfor forstørres arealet af den lilla væske når løget ligger i blandingen med destilleret vand?
4. Hvornår stopper osmose?
5. Når løget er i destilleret vand, er løget så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?
6. Når løget er i 0,9% NaCl, er løget så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?
7. Når løget er i 15% NaCl, er løget så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?
8. Ud fra hvad I så der skete med løgcellerne i de tre saltopløsninger, hvad tror I så er saltkoncentrationen er i en løgcelle?

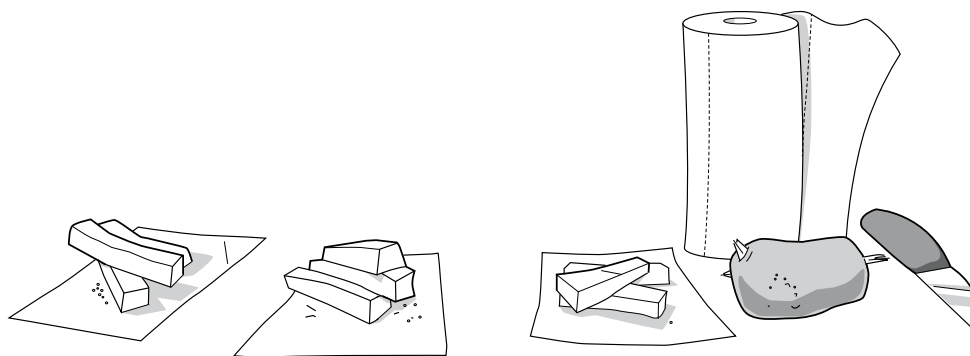
**C) Osmose i kartofler****Formål**

I skal undersøge fænomenet osmose i kartofler og hvilken påvirkning salt har på dette fænomen. I skal også undersøge, hvad osmose betyder for vægten af en kartoffel.

I skal i denne øvelse udnytte fænomenet osmose til at bestemme forskellige opløsningers saltindhold. I vil i øvelsen få udleveret 3 forskellige opløsninger. I skal, ved hjælp af kartoffelstykkerne, bestemme hvilke koncentrationer der findes i de 3 opløsninger. Opløsningerne består af 0,9% NaCl, 3% NaCl og destilleret vand.

**I skal bruge**

- 1 stor bagekartoffel
- Ca. 75 mL af de 3 saltopløsninger
- 3 beholdere
- Køkkenrulle
- Fintmærkende vægt
- Målebånd
- Køleskab
- Kniv



### Sådan gør I

1. Du skal skære 3 ens stykker kartoffel. De skal kunne være i dine beholdere uden at stikke op, så du kan dække dem helt med vand.
2. Du skal veje kartoffelstykkerne på en præcisionsvægt. Der må ikke være mere end 0,1 g forskel i vægt. Hvis der er forskel, ska du skære lidt af det største stykke, så det bliver samme størrelse som de andre.
3. Læg kartoffelstykkerne til afdrypning på et stykke køkkenrulle. Marker papiret med numrene 1-3, og vægten noteres for alle stykkerne.
4. Du skal skrive længden af kartoffelstykket på køkkenrullestykket.
5. Mærk de tre beholdere med tallene 1 til 3 og læg det tilhørende kartoffelstykke i beholderen.
6. Kom de forskellige opløsninger i de 3 beholdere, så kartoffelstykkerne er helt dækket.
7. Nu skal du komme beholderen i køleskabet til næste dag.
8. Næste time: Anbring kartoffelstykkerne på køkkenrulle til afdrypning. Husk at anbringe stykkerne i rækkefølge så I ved hvilket glas, stykkerne kom fra.
9. Vej og mål stykkerne og udfyld nedenstående skema.

### Efterbehandling

Udregn den procentvise vægtændring som:

Blanding	Vægt		Længde	
	Dag 1	Dag 2	Dag 1	Dag 2
1				
2				
3				

$$\text{ændring \%} = \frac{(vægt_{\text{efter}} - vægt_{\text{før}}) \cdot 100}{Vægt_{\text{før}}}$$

Opløsning	1	2	3
Vægtændring (%)			
Saltkoncentration (Høj, Lav, eller tilpas)			

1. Du skal nu beskrive de tre kartoffelstykker. Er der forskel på dem? Hvad er der sket med dem?
2. Hvorfor tror du, at kartoffelstykkerne ikke vejer det samme?
3. Når kartoflen er i destilleret vand, er kartoflen så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?
4. Når kartoflen er i 0,9% NaCl, er kartoflen så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?
5. Når kartoflen er i 3% NaCl, er kartoflen så isotonisk, hypotonisk eller hypertonisk?
6. Hvad er saltindholdet i en kartoffel?
7. Hvornår stopper osmose?



## Øvelse 1.3: Håndvask

### Beskrivelse

I denne øvelse skal I undersøge, hvad en god håndvask er og om I selv er gode til at vaske hænder.

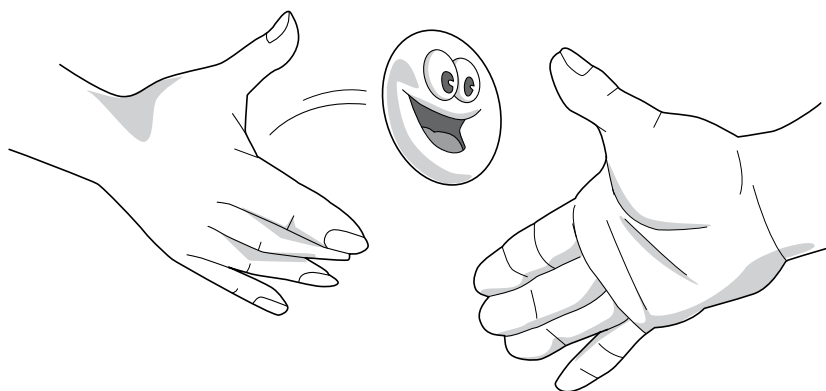
### Baggrund

Sæbe har sin faste plads ved enhver håndvask. Den kan løsne snavs fra hænder, tøj, tallerkner og så videre. Når vi vasker hænder virker sæbe hovedsageligt ved at løsne snavs og mikroorganismer fra hænderne, så det bliver skyllet med vandet ud. Meget snavs indeholder fedt, men vi har også et tyndt lag fedt på huden, så når sæbe opløser dette fedt skylles det hele med vandet ud. Sæbe dræber altså ikke bakterier og vira, men fjerner snavs og mikroorganismer fra hænderne.

Sæbe har denne løsnende egenskab, fordi det indeholder både vandelskende og vandafvisende evner. Sæbe mindsker også overfladespændingen, så blandingen af vand og sæbe når ind i selv de fineste furer og revner i huden.

### I skal bruge

- Fluorescenscreme UV-lygter
- Mørkt lokale
- Håndvask
- Sæbe
- Film der viser korrekt håndvask



### Sådan gør I

1. Du skal smøre dine hænder ind i fluorescenscreme. Du skal huske at smøre alle mellemrum, håndled og negle.
2. Lad det tørre et par minutter. Mørklæg lokalet, eller byg måske en lystæt boks. Lys så hænderne med en UV-lygte i mørke.
3. Se på jeres hænder i UV-lys i det mørke lokale.
4. Tænd lyset igen. Du skal nu vaske dine hænder, som du normalt vasker hænder og tørre hænderne som du normalt tørrer hænder.
5. Mørklæg lokalet igen. Nu skal I undersøge, om I har fået vasket alt cremen af ved at lyse på jeres hænder med en UV-lampe.
6. De steder, hvor hænderne lyser op, er der stadig creme. Det betyder at de områder er ikke vasket og her vil der kunne være bakterier og virus tilbage. De vil så kunne afsættes andre steder som ved et håndtryk, dørhåndtag osv.
7. Hvis I har brugt noget til at tørre hænderne i, så prøv også at lyse på det med UV-lyset mens der er mørkt. Hvad fortæller det om bakterier på håndklæder?
8. Du skal nu svare på følgende spørgsmål: Var der områder på jeres hænder der lyste op efter I havde vasket hænder? Hvad viser det om hvor gode I er til at vaske hænder? Er der noget, I vil ændre i fremtiden?
9. I skal nu se en film om hvordan man vasker hænder korrekt. Når I har set filmen skal I undersøge, om denne metode virker bedre.

Idé: gentag processen uden sæbe og se om der er forskel.

## Øvelse 1.4: Hvor langt når dit nys?

### Beskrivelse

I skal i denne øvelse undersøge hvor langt et nys når ud i lokalet.

I kan også undersøge, hvilken metode der er bedst til at afgrænse spredningen af nysen.

### Baggrundstekst

Kapitel 1.

Afsnit: Hvordan spredes bakterier og vira?

### I skal bruge

- Frugtfarve
- Store stykker hvidt papir til at afdække gulvet.
- Noget som får jer til at nyse (Peber, en fjer eller andet)
- Hvide malerdragter.

### Sådan gør I

Før I går i gang, så skriv nogle spørgsmål ned som I gerne vil finde svar på med undersøgelsen.

Det kan være:

Hvor langt når mit nys?

Er det bedst at holde hånden eller armen for munden når jeg nyser?

Find gerne selv på flere spørgsmål.

Derefter:

Dæk gulvet med hvidt papir. Tape det eventuelt fast.

Vælg jeres testperson. Testpersonen skal tage en malerdragt på.

Komme lidt frugtfarve i munden og fremprovoker et nys.

Hvad ser I ?



## Øvelse 1.5: Mikroorganismer i hjemmet

### Formål

I skal undersøge, hvor i hjemmet eller på skolen der er særligt mange mikroorganismer.

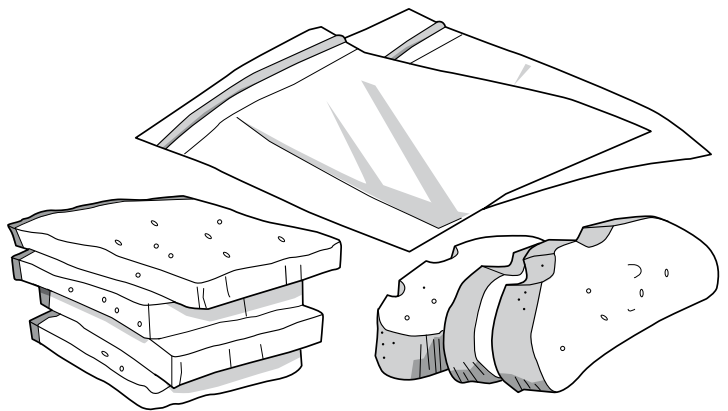
### Baggrund

En mikroorganisme er en organisme af mikroskopisk størrelse. Herunder findes blandt andet bakterier, virus og mikrosvampe. I denne øvelse vil I kun kunne se bakterier og mikrosvampe. De har begge brug for de helt rigtige forhold for at de kan leve og vokse. Hvad disse forhold helt præcis er, kan variere fra art til art, men de mest centrale er:

- **Næring:** Alle bakterier og mikrosvampe har brug for næring og energi til at vokse og leve. Denne energi kan komme fra sukker, fedt, stivelse samt andre energirige kilder.
- **Vand:** Bakterier og mikrosvampe behøver også fugt for at opløse den mad de bruger som energi.
- **Oxygen:** De fleste bakterier behøver også oxygen/ilt for at vokse, disse kaldes for "aerobe bakterier". Men der findes også bakterier som kun gror hvis ilt ikke er tilstede, disse kaldes for "anaerobe bakterier".
- **Temperaturen:** Bakterier kan vokse under meget forskellige temperaturforhold. Størstedelen af de bakterier vi kender fra hverdagen vokser bedst omkring 30 °C. Der findes også bakterier som er kuldeelskende bakterier som vokser bedst omkring 5-10 °C, disse kaldes psykrofile bakterier. Samtidig finder der varmeelskende bakterier som vokser bedst over 40 °C.
- **pH:** De fleste bakterier vokser bedst ved neutral pH (7), men der findes også bakterier som kan vokse og reproduceres imellem pH 4.5 og 10.

### I skal bruge

- 6 skiver hvidt sandwichbrød
- 6 små plastikposer (skal kunne lukkes helt, evt. Zipp lock)
- Vand
- Køleskab



### Sådan gør I

1. Du skal først lægge en ren skive brød ned i en pose og lukke den. Du skal bruge den til at sammenligne dine andre forsøg med. Luk posen og sæt en seddel på, hvor du skriver "kontrol - tør".
2. Sprøjt forsigtigt vand på de 4 skiver brød. Brødsiverne skal ikke være gennemblødte - blot fugtige.
3. Læg nu et af de fugtige brød direkte ned i en plastikpose. Luk posen og sæt en seddel på, hvor du skriver "kontrol - våd".
4. Tag et stykke brød og gnid forsigtigt hen over gulvet. Prøv at undgå at skiven går i stykker. Læg brødet i en pose, sæt etiketten på og skriv "gulv". Husk at lukke posen.
5. Du skal gnide et nyt stykke brød henover en overflade i køleskabet. Bagefter lægger du brødsiverne i en pose. Skriv Køleskab på posen.
6. Gentag trin 5 med resten af brødsiverne, men vælg selv nogle overflader du vil undersøge. Gnid for eksempel brødet henover hylder, borde eller en vask osv. Læg skiverne i separate poser og skriv på dem hvilken overflade brødet har været i kontakt med. Husk at lukke poserne, så der ikke kan komme luft ind.

7. Placer alle poserne i et skab eller skuffe og lad dem ligge i mindst en uge. Skriv ned for hver dag hvordan indholdet i poserne ser ud. HUSK ikke at åbne poserne på noget tidspunkt, men lad en voksen smide poserne ud, når observationerne er færdige!

Afhængig af den overflade som brødet blev gnedet på, vil I opdage, at antallet af mikroorganismer er forskelligt på brødets overflade. Der vil også være forskel på, hvilken type mikroorganisme, der er tale om. Dette er fordi mikroorganismene stiller forskellige krav til, hvor de vil vokse.

Kontrolskiverne bliver i dette forsøg brugt til at give jer et udgangspunkt at sammenligne de andre skiver med. Der vil være vokset færre mikroorganismer på kontrolskiven, da denne hverken har fået tilsat vand eller påført ekstra mikroorganismer fra køkkengulv eller andre overflader.

## Øvelse 1.6: Har du syredannende bakterier?

### Formål

I skal i denne øvelse undersøge om I har syredannende bakterier på tænderne og i næseborene.

### Baggrund

I plakken, på tungen og i næseborene findes der millioner af bakterier og hundrede forskellige bakteriearter. De findes som en del af vores normalflora og hjælper os med at holde os sunde og raske. Vi lever i symbiose med vores bakterier. Bakterier har en anderledes metabolisme end vores kropsceller. De fleste bakterier kan forbrænde sukker anaerobt (uden ilt). Anaerob forbrænding er en ufuldstændig forbrænding og der bliver dannet forskellige restprodukter. Bakterier som laktobaciller og *S. mutans* danner ved ufuldstændig forbrænding restproduktet laktat (mælkesyre). Laktobaciller er det vi kalder syretolerantebakterier, altså de kan tåle at leve i et surt miljø (lavt pH).

Det er denne syre, som kan danne huller i dine tænder.

Aerob forbrænding: Glukose (sukker) + ilt → Kuldioxid (CO<sub>2</sub>) + vand + 32 energi.

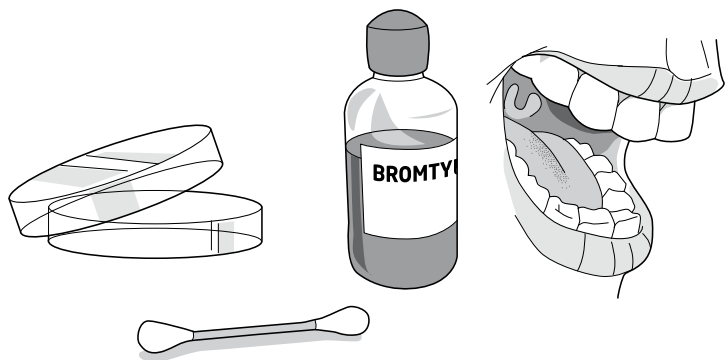
Kemiskformel for aerob forbrænding: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + O<sub>2</sub> + ADP + p → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + ATP

Anaerob forbrænding: Glukose + laktat (mælkesyre) + 2 energi.

Kemiskformel for anaerob forbrænding: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + ADP + p → CH<sub>3</sub>CHOHCOOH + ATP

### I skal bruge

- 2 Tandstik
- 4 Vatpinde
- 3 Bromthymolblå laktose agarplader.
- 1 Tuschpind.
- 1 Tape



**Bromthymolblå-plader:** Pladerne som bakterierne skal vokse på er det ideelle miljø for syredannende bakterier at gro. Pladen indeholder sukkerarten laktose, som bakterierne kan omdanne til glukose og galaktose som de så kan optage.

Disse agarplader indeholder også bromthymolblå, der er en syreindikator. Det betyder, at pladen vil skifte farve fra blå til gul, hvis der gro syredannende bakterier på den.

### Sådan gør I

Find først en at arbejde sammen med. Se filmen, der viser fremgangsmåden. [Bakterieforsøg \(video\)](#)

- 1) Bromthymolblå-pladerne markeres på bagsiden: A, B og C og deles derefter på midten med tuschpinden. Hver halvdel markeres herefter med hver elevs initialer, sådan at hver elev har tre halve plader.
- 2) Plade A: Plakpladen. - Med tandstikken tages en plakprøve fra tændernes overflade, som smøres på pladen (A) med tandstikken. Sørg for at få rigeligt med materiale på pladen, dette gøres bedst ved at tage tandstikken mellem tænderne og mod tandkødet på de bagerste kindtænder.  
Plade B: Tungepladen - Med en vatpind gnubbes tungeoverfladen. Vatpinden stryges nu på pladen (B) med små strøg.  
Plade C: Næsepladen - En ren vatpind fugttest i demineraliseretvand. Vatpinden gnubbes herefter på indersiden af næseboret og vatpinden stryges nu på pladen C.

- 3) Læg mærke til farven på de tre plader. De skal gerne stadig være ensfarvet og blå. Tag evt. billeder af pladerne.
- 4) Låget lægges på pladerne og tapes fast. Låget markeres med gruppenummer. Pladerne skal nu stå i en 1-7 dage sådan at bakterierne kan få lov til at gro. HUSK! I må ikke åbne pladerne igen.

### Efterbehandling, dag 1

Diskuter med din makker eller i klassen om hvor I regner med at finde syredannende bakterier. Skriv jeres gæt ned og begrund jeres gæt.

### Efterbehandling, dag 7

Se på pladerne har de ændret udseende? Er der kommet bakteriekolonier på den? Er farven ændret?

	Farve	Antal kolonier	Størrelse af kolonier
Plade A			
Plade B			
Plade C			

- 1) Diskuter og noter med din makker, hvordan pladerne har ændret sig siden sidst, samt hvordan pladerne A, B og C skiller sig ud fra hinanden.
- 2) I skal diskutere jeres resultater i klassen.
  - I kan benytte nedenstående spørgsmål i diskussionen.
  - Hvad viste agarpladen fra tænderne?
  - Var der syredannende bakterier på den?
  - Hvad viste pladen fra næsen?
  - Hvornår danner bakterierne syre?
  - Hvorfor er syren farlig for tænderne?
  - Hvorfor har vi ikke et syrligt miljø i næsen?
  - Hvorfor får vi huller i tænderne?
  - Hvad gør vores krop for at undgå syreskader?

## Øvelse 1.7: Hvor langt kan en ost flyve?

### Formål

I skal undersøge, hvor langt væk svampespore fra en blåskimmelost kan svæve væk fra osten.

### Baggrund

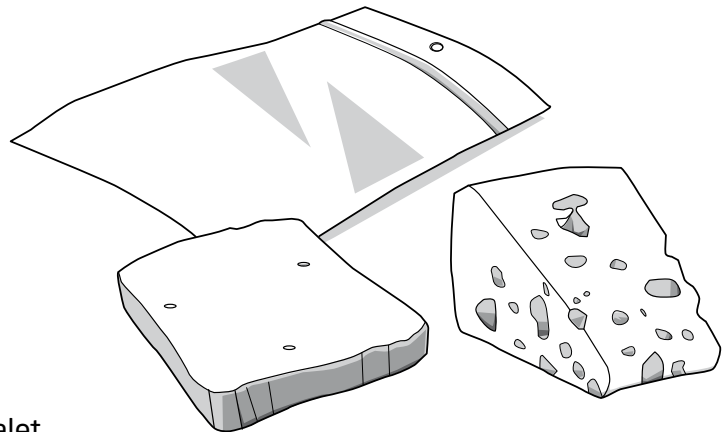
*Penicillium roqueforti* er en skimmelsvamp, som bruges til at modne oste som Roquefort og Gorgonzola. Den samme skimmelsvamp kan også vokse på rugbrød. Her kender vi det som grøn-blå mug pletter. På grund af syren syren er det kun få svampe som kan gro på rudbrød, men *P. Roqueforti* er en af disse svampe. Denne svamp giver den kendte blå-grønne farve.

Når *Penicillium roqueforti* gror på en ost, der mest består af fedt og protein er den harmløs og måske ligefrem sund at spise. På rugbrød, som mest består af kulhydrat, skal du der i mod ikke spise den. Her danner den giftstoffer, der kan være kræftfremkaldende på længere sigt.

Nu tænker du måske; hvad så hvis jeg spiser rugbrød med roquefort. Bliver den så giftig? Men nej så hurtigt går det dog ikke.

### I skal bruge

- Roquefortost
- Rugbrød
- Steriliseret vand
- Ske
- Målebånd
- Zip lock poser



### Sådan gør I

1. Placer osten i sin indpakning i hjørnet af lokalet.
2. Læg en rugbrødsskive helt op ad osten.
3. I skal nu lægge rugbrødsskiver ud på en række, væk fra osten. Der skal være 1 meter mellem hver brødskive.
4. Gør rugbrødsskiverne fugtige ved at hælde en smule steriliseret vand på skiverne.
5. Pak osten op og brug nu forsigtigt skeen til at skille osten i nogle stykker uden at flytte på den. Pas på, at der ikke falder oste-stykker ned på rugbrødet ved siden af osten.
6. Lad osten og rugbrødet stå i 1 time. Klargør en pose til hver skive brød, hvor I noterer afstanden fra osten, dato og tiden brødet blev inficeret.
7. Pak rugbrødsskiverne ind i hver sin zip lock pose, og lad dem stå i ca. 4 dage.

### Efterbehandling

Hvor mange meter spredte svampesporene sig?

Hvorfor er det farligt at spise ost med *P. roqueforti* på rugbrød, men ikke på ost?

Hvordan kan man undgå at svampespore sætter sig på rugbrødet derhjemme?

Hvorfor er det vigtigt at osten er placeret det samme sted under hele forsøget?

Hvad betyder det, når vandet er "sterilt", og hvorfor er det vigtigt, at vandet som rugbrødet sprøjtes med er sterilt?

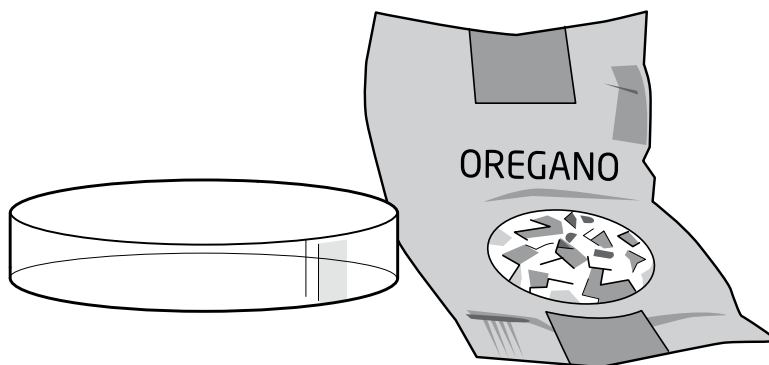
## Øvelse 1.8: Sæt krydderi på tilværelsen

### Formål

I skal være forskere, der leder efter et nyt antibiotikum. Krydderier og krydderurter har deres kraftige smag på grund af mange forskellige stoffer. Mange urter har gennem tiden været brugt mod diverse sygdomme. Du skal nu undersøge om nogen af dem har en antibakteriel effekt.

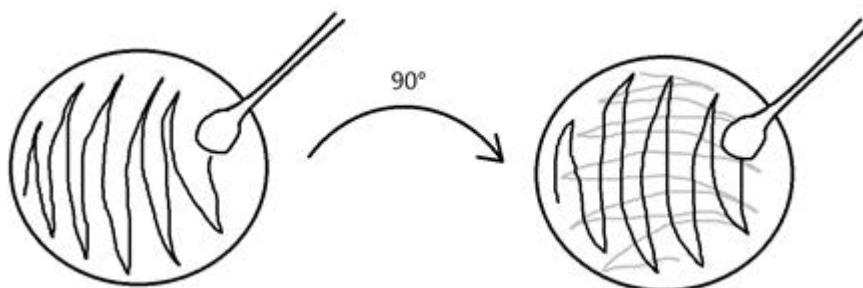
### I skal bruge

- Krydderier som I har valgt at undersøge
- LB agarplader
- Sprittusch
- Tape
- Glas med vand
- Vatpinde

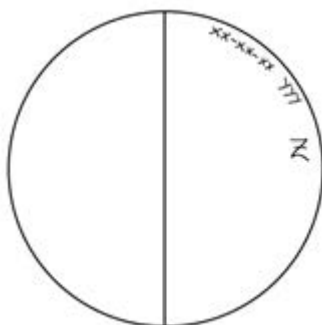


### Fremgangsmåde

1. Tag låget af LB agarpladen og læg den til side.
2. Dyp en vatpind i vandet og stryg den henover et sted på din hånd eller fingre.
3. Sørg for at vatpinden ikke udtørres, men stadig er fugtig.
4. Vatpinden med håndbakterier stryges nu ud over hele agarpladen som vist på tegningen. Drej pladen 90 grader og stryg hen over den en gang til. Nu skulle der gerne være bakterier på hele pladen.



5. På toppen af låget skrives: Dato (x), gruppe/navn (y), krydderi (z) og der tegnes en streg der deler pladen i to. Se tegning nedenfor



6. Låget vendes nu med toppen nedad.
7. Hæld krydderi på halvdelen af låget. Se billede nr. X.





8. Sæt agarpladens bund oven på låget.  
**OBS!** Pladen skal forblive på hovedet under HELE forsøget.
9. Forsegl pladen med tape rundt i kanten.  
**OBS!** Sørg for at krydderiet kun er på sin halvdel af låget.
10. Agarpladen skal nu stå et sikkert sted ved stuetemperatur i 4-7 dage.

## DNA sekventering

### Øvelse 1.9a: Hvordan virker Minlon?

#### Beskrivelse

I dag skal I lave målinger med Minlon modellen og se om I kan skelne mellem fire forskellige genstande, svarende til de fire forskellige basepar i DNA. Målet er at kunne forklare hvordan Minlon bærer sig ad med at skelne mellem forskellige baser i DNA

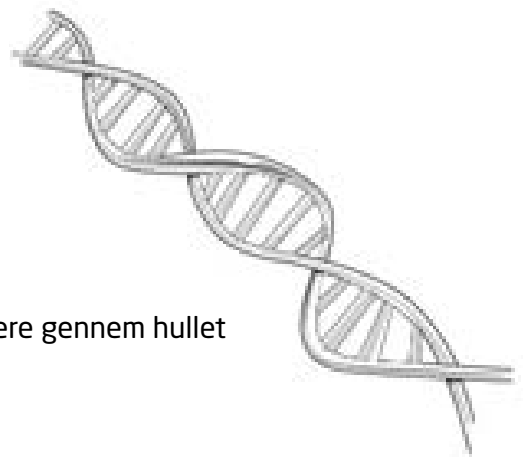
#### Baggrund

Kapitel 1.

Boks om Minlon.

#### Materialer

- En 3D-printet Minlon model
- 4 forskellige 3D printede genstande (DNA baser), som kan passere gennem hullet i modellen
- Snor
- Et låg til Minlon modellen (brug eventuelt et stykke pap)
- En modstand på ca. 1000Ω
- Ledninger
- To blyanter spidset i begge ender
- Et voltmeter
- Et 9V batteri



#### Forsøgsgang

Modellen består af en stor udgave af en enkelt nano-pore fra Minlon. Mål på jeres model hvor stor hullet er. En ægte nano-pore har en diameter på omtrent 5-nanometer eller 0.000005millimeter.

I skal nu beregne hvor stor jeres model er i forhold til det virkelige apparat. Hvis I eksempelvis måler hullet i jeres model til at være 7mm bred, er jeres model

$$\text{Forhold} = \frac{7\text{mm}}{0.000005\text{mm}} = 1.400.000 \text{ gange så stor.}$$

I skal nu selv beregne forholdet med den størrelse I har målt:

---

I skal nu fylde modellen med vand og sætte en blyant i hver ende.

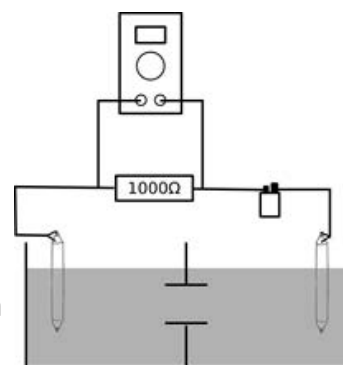
De to sider i modellen svarer til toppen og bunden af Minlon apparatet, væggen i midten er membranen, og hullet svarer til nano-poren. Blyanterne er de kontakter som skaber kontakt mellem måleudstyret og nano-poren.

I skal forklare om I tror ledningsevnen i porren er størst, når den er helt åben eller når den er helt eller delvist fyldt af en genstand, som trækkes gennem porren?

I skal først opbygge et elektrisk kredsløb svarende til det, som findes i Minlon apparatet. Kredsløbet skal bruges til at kunne måle, hvad der sker, når I trækker en genstand gennem hullet

I skal derfor lave kredsløbet som på tegningen:

- 1) Forbind den ene pol på batteriet til den ene blyant
- 2) Forbind den anden pol til modstanden og dernæst modstanden til den anden blyantspids.
- 3) Forbind voltmeteret til modstanden. Husk, at et voltmeter altid skal parallellkobles.



Hvilken spænding måler I, når der ikke er nogen genstand i hullet: \_\_\_\_\_ V

Går spændingen op eller ned, når I blokerer hullet?

Dette skyldes, at I forøger den elektriske modstand af kanalen, når I blokerer hullet, derfor måler I en mindre del af de 9V over de 1000Ω.

### Forsøgsgang

I skal nu lave en såkaldt kalibrering af jeres model i forhold til de fire baser. Hver base har sin egen unikke modstand og giver derfor sin egen forskel i spændingen. Den forskel skal I nu finde for hver base. Derfor skal I nu binde fire ens baser på snoren.

Træk forsigtigt snoren med baserne gennem porren mens I holder skarpt øje med voltmeteret, som måler over de 1000Ω. Noter spændingen lige før genstanden passerer, mens genstanden passerer og lige efter den er passeret.

I kan nu beregne forskellen på denne måde:

$$\text{Forskel} = (\text{Før} + \text{Efter}) / 2 - \text{Imens}$$

### Genstand 1

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Du skal beregne gennemsnittet af de fire forskelle og skrive det her: \_\_\_\_\_

Gentag nu forsøget for de tre andre baser:

### Genstand 2

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

### Genstand 3

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

### Genstand 4

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

I skal låne jeres model til en anden gruppe og få dem til at lave en snor med baser. Gruppen skal aflevere snoren tilbage til jer med låg over modellen, så I ikke kan se strengen.

I skal nu prøve at sekventere ( aflæse ) den streng de har sat sammen til jer.

## DNA sekventering

### Hvorfor er DNA-sekventering vigtigt?

#### Undersøgelse

I skal undersøge i hvilke sammenhænge DNA sekventering bliver brugt. Hvorfor er det vigtigt at kunne foretage sekventering hurtigt og med enkle midler? Er det en fordel at apparatet er så lille. I kan hente inspiration i kapitel 1: Mikroorganismer: svære at leve med, umulige at leve uden.

I skal nu skrive en lille historie hvor DNA-sekventering er en vigtig del af at løse et problem.

## DNA sekventering

### Øvelse 1.9b: Hvordan virker MinIon?

#### Beskrivelse

Målet er at kunne forklare hvordan Minlon bærer sig ad med at skelne mellem forskellige baser i DNA.

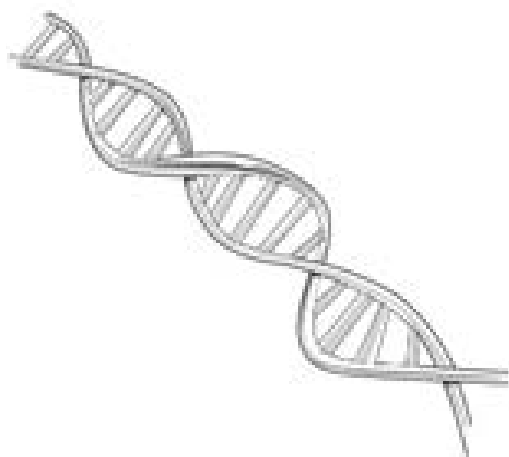
#### Baggrund Kapitel 1.

Boks om Minlon.

Se opstilling: Eksperiment med minlon

#### Materialer

- En 3D-printet Minlon model
- En modstand på ca 1000Ω
- Ledninger
- To blyanter spidset i begge ender
- To voltmetre
- Et 9V batteri



#### Formler I får brug for, Ohms lov

$$U = R \cdot I$$

#### Forsøgsgang

Modellen består af en stor udgave af en enkelt nano-pore fra Minlon. Mål på jeres model hvor stor hullet er. En ægte nano-pore har en diameter på omtrent 5-nanometer eller 0.000005millimeter.

I skal nu beregne hvor stor jeres model er i forhold til det virkelige apparat. Hvis I eksempelvis måler hullet i jeres model til at være 7mm bred, er jeres model

$$\text{Forhold} = \frac{7\text{mm}}{0.000005\text{mm}} = 1.400.000 \text{ gange så stor.}$$

I skal nu selv beregne forholdet med den størrelse I har målt:

---

I skal nu fylde modellen med vand og sætte en blyant i hver ende.

De to sider i modellen svarer til toppen og bunden af Minlon apparatet, væggen i midten er membranen, og hullet svarer til nano-poren. Blyanterne er de kontakter som skaber kontakt mellem måleudstyret og nano-poren.

---

---

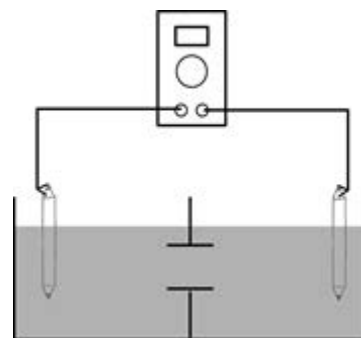
---

I skal forbinde multimeteret med det to blyanter, som på tegningen. Krokodillenæbbet skal sidde fast på blyantens stift - ikke på træet.

Multimeteret skal indstilles til at måle jævnspænding/DC - 0-10 Volt.

Hvilken spændingsforskel mellem de to kamre med vand viser multimeteret?  
Sæt blyanterne ned i vandet og forbind den tørre ende til voltmeteret.

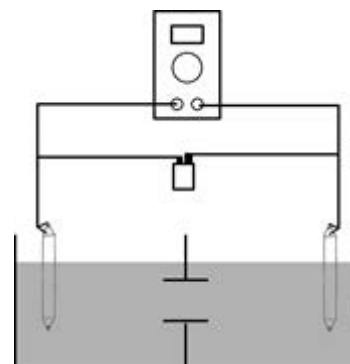
Hvilken spændingsforskel måler I? \_\_\_\_\_



For at få en spændingsforskel mellem de to har I brug for en spændingskilde. I skal forbinde et batteri til de to blyanter ligesom på tegningen. Derefter skal du måle spændingsforskellen igen.

Hvilken spændingsforskel måler I? \_\_\_\_\_

Når der kun er en modstand, nemlig vandet, måler I batteriets spænding.



I skal forbinde modstanden i serie med Minlon modellen og forbinde de to voltmetre til henholdsvis blyanterne og modstanden som du ser på tegningen.

Mål spændingen over vandet: \_\_\_\_\_

Mål spændingen over modstanden: \_\_\_\_\_

Beregn summen af de to spændinger: \_\_\_\_\_

I skal nu beregne strømmen i kredsen ved hjælp af modstanden og den målte spænding.

I skal omskrive ohms lov, så I kan finde strømmen i kredsen, når I kender spænding og modstand. Vis at resultatet bliver  $I = U / R$ .

\_\_\_\_\_

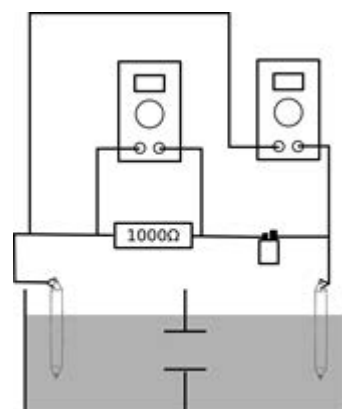
I skal beregne strømmen gennem kredsen ved hjælp af formlen:

\_\_\_\_\_

Da strømmen gennem hele kredsen er den samme, kender I altså nu også strømmen gennem vandet i Minlon. I kender altså både strømmen og spændingen.

Opskriv ohms lov, så I kan finde modstanden i kredsen, når I kender strøm og spænding, vis at resultatet bliver  $R = U / I$ :

\_\_\_\_\_



Beregn modstanden gennem Minlon modellen: \_\_\_\_\_

Gentag nu målingerne af modstanden, mens I denne gang holder en finger for hullet i Minlon:

Spændingen over vandet: \_\_\_\_\_

Spændingen over modstanden: \_\_\_\_\_

Summen af de to spændinger: \_\_\_\_\_

Beregn strømmen gennem kredsen: \_\_\_\_\_

Beregn modstanden gennem Minlon modellen med en finger for hullet: \_\_\_\_\_

Går modstanden op eller ned når I blokerer hullet?

\_\_\_\_\_

Hvorfor tror I det forholder sig sådan:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## DNA sekventering

### Målinger med MinIon modellen

#### Beskrivelse

I dag skal I lave målinger med MinIon modellen og se om I kan skelne mellem fire forskellige genstande, svarende til de fire forskellige basepar i DNA. Målet er at kunne forklare hvordan MinIon bærer sig ad med at skelne mellem forskellige baser i DNA

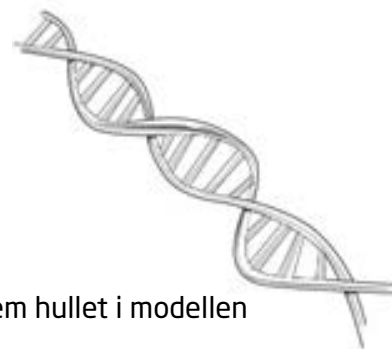
#### Baggrund

Kapitel 1.

Boks om MinIon.

#### Materialer

- En 3D-printet MinIon model + den opstilling I byggede i sidste øvelse
- 4 forskellige 3D printede genstande (DNA baser), som kan passere gennem hullet i modellen
- Snor
- Et låg til MinIon modellen



#### Forsøgsgang

I skal nu lave en såkaldt kalibrering af jeres model i forhold til de fire baser. Hver base har sin egen unikke modstand og giver derfor sin egen forskel i spændingen. Den forskel skal I nu finde for hver base. Derfor skal I nu binde fire ens baser på snoren.

Træk forsigtigt snoren med baserne gennem porren mens I holder skarpt øje med voltmeteret, som måler over de 1000Ω. Noter spændingen lige før genstanden passerer, mens genstanden passerer og lige efter den er passeret.

I kan nu beregne forskellen på denne måde:

$$\text{Forskel} = (\text{Før} + \text{Efter}) / 2 - \text{Imens}$$

#### Genstand 1

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

Gentag nu forsøget for de tre andre baser:



**Genstand 2**

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

**Genstand 3**

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

**Genstand 4**

1 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

2 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

3 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

4 passage: Før: \_\_\_\_\_ Imens: \_\_\_\_\_ Efter: \_\_\_\_\_ Forskel: \_\_\_\_\_

Gennemsnit af de fire forskelle: \_\_\_\_\_

I skal låne jeres model til en anden gruppe og få dem til at lave en snor med baser. Gruppen skal aflevere snoren tilbage til jer med låg over modellen, så I ikke kan se strengen.

I skal nu prøve at sekventere ( aflæse ) den streng de har sat sammen til jer.

**DNA sekventering****Hvorfor er DNA-sekventering vigtigt?****Undersøgelse**

I skal undersøge i hvilke sammenhænge DNA sekventering bliver brugt. Hvorfor er det vigtigt at kunne foretage sekventering hurtigt og med enkle midler? Er det en fordel at apparatet er så lille.

I skal nu skrive en lille historie hvor DNA-sekventering er en vigtig del af at løse et problem.

## Øvelse 1.10: Spil: Fang en virus

### Formål

I skal nu prøve at være en del af immunsystemet og opleve en af de måder immunsystemet reagerer på overfor en virus.

### Baggrund

Når en virus, forsøger at komme ind i din krop, står en række forsvarsmekanismer klar. For at en virus kan inficere dig skal den først igennem din fysiske barrierer. Det er hud, ørevoks, slimhinder, mavesyre.

Hvis det lykkedes for en virus at komme gennem den første barriere og ind i din krop. Vil den sende sit arvemateriale (RNA eller DNA) ind i en af dine celler.

Virussen udnytter så din raske celle til at danne en masse kopier af virussen. Derefter går cellen i stykker og alle kopierne spredes ud i kroppen.

Inden dette sker kan man være så heldig at en T-celle fra dit immunforsvar er kommet forbi. De fleste af vores celler viser nemlig små "bidder" af sig selv på overfladen, i form af en kort nukleotidsekvens. Hvis cellen er inficeret med en virus vil der også være små stykker af virussens nukleotidsekvens uden på cellen. T-celler kan hurtigt genkende disse sekvenser og vil destruere cellen, hvis den ser virus materiale.

T-celler kan dog kun genkende bestemte virus. Derfor findes der også rigtig mange forskellige T-celler. Det vil altså sige at en T-celle som genkender en forkølelses virus ikke genkender en ebola virus osv.

Måden en T-celle genkender en virus er ved at have den *komplementære* nukleotidsekvens til den pågældende virus. Virussen og T-cellen passer simpelthen sammen som en nøgle og lås.

### Spillet

I denne øvelse får I hver især en rolle at spille i immunsystemet. Her kan enten virus, eller de helbredende T-cellerne vinde.

I får hver udleveret en nukleotidsekvens, som giver jer en ide om, hvilken virus eller T-celle I hver især er. Når man skal finde den komplementære nukleotidsekvens kigger man på nukleotiderne *A, G, C, T* som er basepar brugt i DNA. I kroppen binder A til T og C binder til G. I kan se et eksempel her:

Sekvens 1:                           ATGCTAGCCTCGGATACG  
Komplementære sekvens:       TACGATCGGAGCCTATGC

### Sådan gør I

I inddeler jer i fire lige store grupper:

- 1 del T-celler
- 2 dele raske celler
- 1 del Virus

I får hver tildelt en sekvens og har følgende opgaver:

- Som virus skal du prøve at inficere så mange raske celler som muligt, uden selv at blive fanget af en T-celle med den komplementære sekvens.
- Som T-celle skal du prøve at fange de vira, som har den komplementære sekvens.
- Som rask celle skal du undgå alle vira. Ellers bliver du til en inficeret celle.

Når en virus har inficeret en rask celle, har den inficerede celle følgende opgave:

- Som inficeret celle har du tre forsøg til at finde en T-celle med den komplementære sekvens. Hvis det lykkes bliver du til en rask celle igen. Lykkes det ikke bliver du til den type virus som inficerede dig. Du kan nu inficere andre celler.
- En celle kan godt blive inficeret af mere end en virus.

Det vil sige at nedenstående interaktioner kan finde sted. Alle andre interaktioner har ingen effekt. For at gøre det lidt enklere tages der udgangspunkt i et eksempel, hvor kun to virus sekvenser er aktive, virus A og virus B:

Person 1	Person 2	Respons
T-celle (A)	Virus (A)	Virus → Rask celle
	Inficeret celle (A)	Inficeret celle → Rask celle
Virus (B)	Rask celle	Rask celle → Inficeret celle
	T-celle (B)	Virus → Rask celle
Rask celle	Virus (A)	Rask celle → Inficeret celle (A)
	Virus (B)	Rask celle → Inficeret celle (B)
Inficeret celle (A)	T-celle (A)	Inficeret celle → Rask celle
Inficeret celle (A)	T-celle (A) x 3	Inficeret celle → Virus (A)

I som er vira, får hver uddelt en lille bunke sekvenser som I kan dele ud af, i takt med at virussen spredes. Jeres lærer har en større bunke af alle sekvenserne. Når en inficeret celle udvikles til en virus, skal eleven aflevere sin raske celle sekvens og have en lille bunke virus sekvenser.



Kapitel 2 - Elevvejledning

# En megastor by bruger megameget vand

## Øvelse 2.1 Densitet og temperatur

### Beskrivelse

I skal undersøge vands densitet ved forskellige temperaturer.

### I skal bruge

- To ens syltetøjsglas
- Blå og rød frugtfarve
- 2 målebægre
- 1 termometer
- Vægt
- Et par isterninger
- Plastikkort der dækker glassenes åbning

### Oplæg

Massefylde, eller **densitet** som det også kaldes, er defineret som forholdet mellem et stofs vægt og rumfang. Symbolet for densitet er  $\rho$  og formlen er givet:  $\rho = \frac{\text{vægt}}{\text{rumfang}}$

I denne øvelse skal I undersøge om densiteten for vand ændrer sig, når temperaturen ændrer sig.

Densiteten af et stof afhænger af stoffets molekylvægt og, hvor mange molekyler der er inden for et afgrænset rumfang. Når temperaturen stiger, stiger hastigheden, hvormed molekylerne bevæger sig. Dette medfører, at der som hovedregel er færre molekyler inden for det afgrænsede areal. Derfor falder densiteten, når temperaturen stiger.

### Sådan gør I

I denne undersøgelse er der to dele. Start med at se videoen Vands Densitet, der viser opstillingen.

#### Første del

Opvej 500g koldt vand fra hanen i et målebæger, dryp et par dråber blå frugtfarve i, mål temperaturen og aflæs rumfanget på målebægret og notér det i skemaet. Derefter opvejes et andet målebæger med 500g varmt vand fra hanen (så varmt det kan blive) og der dryppes nogle dråber rød frugtfarve i bægret. Herefter måles temperaturen og rumfanget aflæses og noteres. Stil bægrene til side. Efter I har afsluttet anden del kan I måle temperaturen af de to glas og aflæse rumfanget, notér dette i skemaet nedenfor.

	Temperatur [°C]	Vand rumfang [mL]	Vandets massefylde [g/L]
Rumtemperatur 1			
Rumtemperatur 2			
Varmt vand 1			
Varmt vand 2			
Koldt vand 1			
Koldt vand 2			

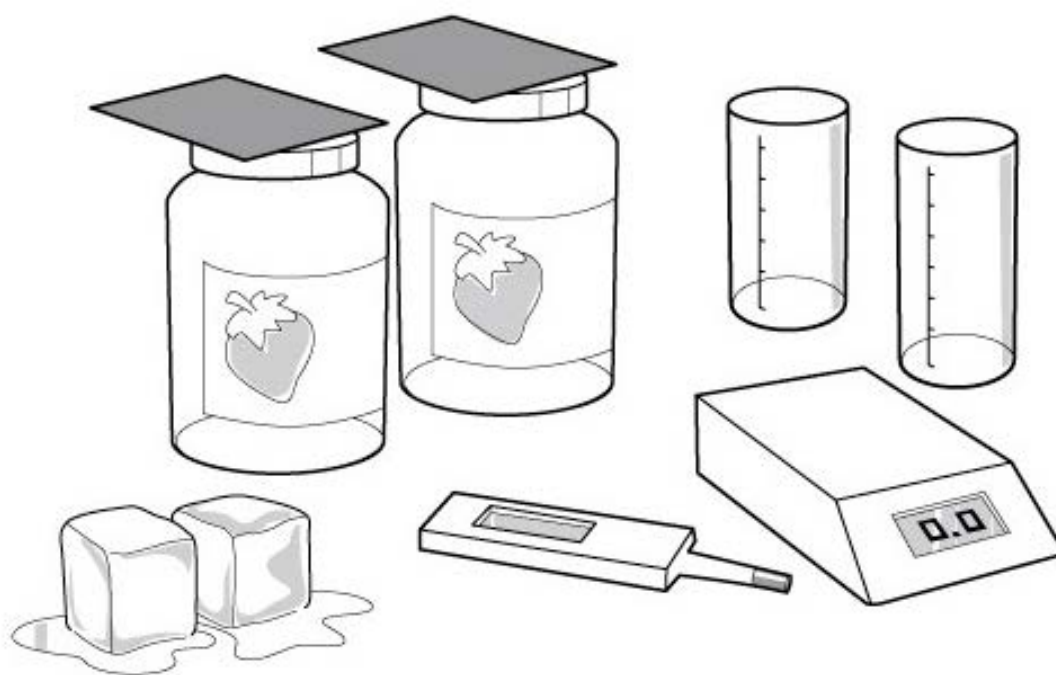
Anden del:

- Koldt vand fyldes i det ene syltetøjsglas og et par dråber blå frugt farve dryppes i.
- Derefter fyldes det andet syltetøjsglas med varmt vand fra hanen og et par dråber rød frugtfarve dryppes i.
- Plastikkortet lægges ovenpå glasset med det blå vand. Sørg for at holde kortet helt tæt på glasset og vend det forsigtigt.
- Sæt det ovenpå glasset med det røde vand og sørg for at glassene står helt ovenpå hinanden og få din makker til forsigtigt at trække kortet ud.
- Observér hvad der sker.

Fremgangsmåden gentages, men nu sættes glasset med det varme røde vand ovenpå glasset med det blå og kolde vand. Fjern forsigtigt kortet og observér, hvad der sker. Kan jeres resultater fra første del forklare, hvad I har observeret?

**Efterbehandling**

- Beregn massefylden for vand for de fire temperaturer. (Husk  $1000\text{mL} = 1\text{L}$ )
- Tegn et koordinatsystem med temperatur på x-aksen og densitet på y-aksen, husk enheder. Indsæt de fire målinger fra skemaet og forbind punkterne. Er der en tendens?
- Når I skal stege bøffer til hele familien derhjemme skal I bruge cirka 15 g olie. Hvis I regner med, at densiteten for madolie er cirka  $919\text{ g/L}$  (solsikkeolie ved 20 grader), hvor mange mL olie skal I så bruge?
- Et svømmebassin har følgende mål: 5m bred, 15m lang og 1,2 m dyb. Hvad er rumfanget for bassinet? Hvis I skulle fylde bassinet med koldt vand hvor mange kg ville I skulle bruge? Og hvor mange kg hvis vandet var rumtemperatur? Og med varmt vand?
- Hvad sker når man fylder en plastikflaske helt med vand og lægger den i fryseren? Kan I forklare hvorfor?



## Øvelse 2.2 Næsten alt kan blandes med vand

### Beskrivelse

I denne øvelse kan du undersøge, hvor godt et opløsningsmiddel vand er.

### I skal bruge

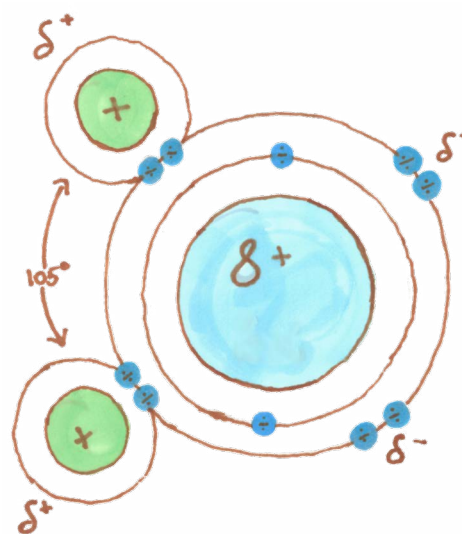
- 1 L madoile
- 1 L vand
- Engangshandsker
- Små bægerglas

### Stoffer I kan blande I

- Køkkensalt
- Bagepulver
- Frugtfarver
- Find selv på flere

### Oplæg

Vand er den væske på Jorden, der kan opløse flest stoffer. Det er altså et særligt godt opløsningsmiddel. Årsagen til det ligger i vandmolekylets polaritet.



Polaritet: Vandmolekylet består af to hydrogenatomer og et oxygenatom. Oxygen er mere **elektronegativt** end hydrogen, hvilket betyder at oxygen "trækker" mere i elektronerne end hydrogen gør. Det betyder at oxygendelen af molekylet bliver mere negativt ladet end hydrogendelen. Derfor kalder man vandmolekylet **polært**. Når et stof som for eksempel køkkensalt, som har en positiv og negativ ion, kommer i vand, bevirker vands positive og negative pol at salt trækkes fra hinanden og opløses. Salte og andre forbindelser, der kan opløses i vand kaldes hydrofile, hvorimod forbindelser, der ikke kan opløses i vand kaldes hydrofobe.

### Sådan gør I

- Hæl vand op i små bægerglas. Hæl olie op i nogle andre bægerglas.
- Prøv så at blande forskellige ting i vandet og madolien. Se hvilke stoffer, der opløses i vand og hvilke der opløses i olie.
- Ovenfor er skrevet nogle forslag til hvad I kan blande i, men I kan selv finde på flere.

### Efterbehandling

Efter at I har stået og blandet og observeret, kan I tale sammen i plenum.

Kom gerne ind på:

- Hvad sker der, når man prøver at opløse et upolært stof i vand?
- Hvad sker der, når man prøver at opløse et polært stof i en polær væske?
- Hvad sker der, når man prøver at opløse et upolært stof i en upolær væske?

## Øvelse 2.3 Vand og olies varmekapacitet

### Beskrivelse

I denne øvelse får du muligheden for at mærke forskellen på vand og olies varmekapacitet.

### I skal bruge

- Et kogeblus
- To termometre
- To gryder
- To stativer til at holde termometre
- 1 Stopur
- ½ Liter madolie
- ½ Liter vand
- To engangspipetter
- 1 forsøgsperson



### Oplæg

Varmekapaciteten er udtrykt ved formlen:  $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$  hvor  $\Delta Q$  er mængden af energi tilført og  $\Delta T$  er ændring i temperatur.

Varmekapacitet er et mål for den mængde varme (energi) et materiale kan lagre. Hvis et materiale har en høj varmekapacitet vil det betyde, at det kræver mere energi at opvarme det til samme temperatur som et materiale med lavere varmekapacitet.

### Sådan gør I

- Vand og olie skal have samme temperatur. Det kan I sikre ved at de begge har stået i samme lokale eller køleskab natten over.
- En 1/2 liter vand hældes i en gryde.
- En 1/2 liter madolie hældes i en gryde.
- Kom et termometer i hver gryde.
- I skal notere væskernes temperatur inden I starter opvarmning.
- Tænd for opvarmning af de to væsker samtidigt og skriv ned hvad tid I starter opvarmningen af væskerne.
- I kan nu følge, hvordan temperaturen stiger for hver væske.
- Skriv ned hvornår olien og vandet er opvarmet til 55 °C.
- VIGTIGT! Tag gryden af blusset, så temperaturen ikke når over 55 °C.

Det er nu tid til at testpersonen skal mærke om 55 °C vand og 55 °C olie føles forskelligt. Tag lidt af den varme olie op med engangspipetten og kom det på testpersonens venstre underarm. Med den anden pipette tages lidt af det 55°C varme vand op fra gryden og dryppes på personens højre underarm.

### Efterbehandling

- Tog det lige lang tid at opvarme de to væsker?
- Hvad kan I sige om vand og olies varmekapacitet ud fra, hvad forsøgspersonen mærkede? Hvilken af væskerne har højest varmekapacitet?
- Beregn den mængde varme (kJ) I har tilført vandet, når vands varmekapacitet er 4.2 kJ/(kg×°C).
- Beregn den mængde varme (kJ) I har tilført olien, når olies varmekapacitet er 2.0 kJ/(kg×°C).



## Øvelse 2.4 Vandets kredsløb

*Eksperiment om hvordan regn opstår*

### Beskrivelse

I skal undersøge vandets kredsløb og se hvordan havvand bliver til regn. I kan også undersøge hvad temperaturen betyder for mængden af regn og hvorfor.

### I skal bruge

- Et akvarium eller gennemsigtig kasse
- 1-2 tsk. salt
- 1 L vand
- Ca. 5-10 isterninger
- Husholdnings film
- 1 lille skål
- Vat
- Karsefrø
- Frugt farve (farve til at illustrere at salt ikke fordamper med)
- 2 plastikbeholdere
- 1 arkitektlampe med glødepære
- Termometer
- Luftfugtighedsmåler



### Oplæg

Regn skabes, når vand på land eller i havet fordampes på grund af opvarmning fra solen. Fordampet vand er på tilstandsformen gas. Når vandet på jorden fordampes stiger det til vejrs og rammer koldere luftlag i atmosfæren og fortættes (kondenseres) til bitte små regndråber, der former skyer. Vandet er nu tilbage på væskeform. Som tiden går, fordampes mere og mere vand og derfor bliver skyerne større og større og de små vanddråber vokser som mere vand kommer til. Til sidst bliver vanddråberne så store, at de falder nedad som regn. På vej ned mod overfladen støder regndråberne sammen og former endnu større regndråber.

### Sådan gør I

- Bland 1 liter vand med 2 teske salt. Sørg for, at alt saltet bliver opløst.
- Kom vat i en lille skål
- Læg karsefrøene ovenpå
- Hæld saltvandet i en isbakke eller et lille fad. Det vil være jeres hav i opstillingen.
- Sæt skålen med vat og karse i den anden ende af akvariet.
- Dæk toppen af akvariet med køkkenfilm. Det er vigtigt at køkkenfilmen sidder tæt over hele toppen af akvariet.
- Ovenpå filmen sætter I en skål med isterninger. Den skal stå henover karsen.
- Nu skal arkitektlampen med glødepære eller LEDpære stilles op så den lyser direkte på "havet".
- Når alt er sat op, måler I luftfugtighed og temperatur og skriver værdierne ned.
- Det gentages I hvert femte minut.
- Skriv ned hvor lang tid der går før det begynder at regne.

Tid [minutter]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
<b>Glødepære</b>										
<b>Luftfugtighed</b> Enhed:										
<b>Temperatur</b> Enhed:										
<b>LED pære</b>										
<b>Luftfugtighed</b> Enhed:										
<b>Temperatur</b> Enhed:										

### Efterbehandling

- Hvorfor regner det under beholderen med isterningerne (skyen)? Hvilken proces er det der sker?
- Hvad sker der med havet (det salte vand)?
- Kan I ud fra jeres målinger og observationer forklare, hvorfor det regner mere i troperne end i Danmark?
- Ved at kigge på kort som viser saltindholdet i verdenshavene og kort over verdens klimabælter, kan I forklare, hvor på jorden havet er mest og mindst salt?
  - Prøv at forklare hvorfor.

### Kort

I kan finde kort over verden klimabælter ved at søge på:  
"climate zones map" eller "climate zones of the world"

I kan finde kort over forskelle i verdenshavenes saltindhold ved at søge på:  
"salinity ocean map" i google og vælge billeder.

## Øvelse 2.5 Vanddistribution

### Beskrivelse

I øvelsen skal I forestille jer, at I er et vandforsyningsselskab, der gerne vil levere billigt vand til forbrugerne. I skal bygge en model af et vanddistributionssystem, hvor vandet skal fra vandtårnet og ud til vandhanerne.

I øvelsen vil der være priser på de materialer I bruger til at bygge jeres vandforsyningsselskab.

I skal selv vurdere, hvor mange penge I vil bruge på materialer. Det vil blive en balance mellem på den ene side at købe materialer til at holde systemet tæt, så der undgås spild af vand og på den anden side at holde udgifterne til materialer nede.

Når I er færdige med at bygge jeres vanddistributionssystem, kan I beregne vandets literpris. Derefter kan I sammenligne jeres literpris med de andre grupper og finde ud af hvem, der kan levere det billigste vand og mindste vandtab.

### Baggrund

I den kommende tekst skal I læse om vanddistribution, og specielt om vandtab. I vil læse om.

### Tænk over følgende spørgsmål, når du læser oplægget nedenfor

- Hvilke udfordringer kan der være ved vandmangel?
- Hvad er Non-Revenue Water?
- Hvad ville der ske med trykket
  - hvis vandtårnet var bredere?
    - Hvorfor?
  - Hvis vandtårnet var højere?
    - Hvorfor?
  - Hvis der kom flere vandhaner ude ved forbrugeren?
    - Hvorfor?
- Hvilke grunde kan der være til at flere lande er tilbageholdende med at forbedre deres vanddistribution:
  - Politisk
  - Økonomisk

### Oplæg

Når vi bor i et land som Danmark kan man godt tage for givet, at der bare kommer vand ud af vandhanen. Mange steder i verdenen specielt i landområder i Afrika, Asien og Sydamerika skal indbyggerne gå flere kilometer for at skaffe drikkevand. Det er ofte kvinder og børn, der bliver sendt afsted efter vand. Derfor vil kvinderne have mindre mulighed for andet arbejde, og børn kan risikere at blive taget ud af skolen, for at hente vand.

### Non-Revenue Water

Det er dog ikke så ligetil at lave et velfungerende ledningsnetværk. Netværket kræver konstant vedligeholdelse og opsyn. Om vandtab bruges ofte udtrykket "Ikke indtægtsgivende vand" eller det internationale udtryk "Non-Revenue Water (NRW)". Det er vand, der er behandlet på et vandværk, men som ikke giver indtægt, fordi det aldrig når ud til forbrugerne. Det skyldes hovedsageligt tab af vand, fra rørledninger, men det kan også være upræcise målinger og tyveri. Et eksempel på tyveri er fra byen Cape Town, hvor der er ekstrem vandmangel. Her er prisen på vand steget helt voldsomt. Den store efterspørgsel har derfor gjort det lukrativt for tyve at stjæle vand.

### Stor forskel i landes NRW

Ifølge Verdensbanken (the World Bank) og the International Water Association (IWA) har udviklingslande sammenlagt et NRW, der svarer til 45 millioner m<sup>3</sup> vand om dagen, hvilket svarer til at de mister alt vandet fra Danmarks dybeste sø, Furesøen, ca. 130 gange på et år Furesøs Miljøtilstand - effekten af ilttilførsel 2007-2011, Rambøll, Februar 2012)

Hvis man kan halvere vandtabet i udviklingslandene vil landene tilsammen kunne tjene 2,9 milliarder dollars om året genere. Derudover vil det skaffe vand nok til ekstra 90 millioner mennesker uden at skulle pumpe yderligere vand ind fra grundvand og floder.

Her er givet nogle NRW tal fra rundt om i verden:

Land	NRW (%)	kilde
<b>Singapore</b>	3,7 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>
<b>Danmark</b>	7,8 (2017)	miljø og fødevarestyrelsen: find frem til vandtabet, <a href="http://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/vandtab/">http://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/vandtab/</a>
<b>UK</b>	15 (2007)	Greg J. Browder, Stepping up - IMPROVING THE PERFORMANCE OF china's URBAN WATER UTILITIES, the world bank, 2007, p. 12, <a href="http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf">http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf</a>
<b>China</b>	18 (2007)	Greg J. Browder, Stepping up - IMPROVING THE PERFORMANCE OF china's URBAN WATER UTILITIES, the world bank, 2007, p. 12, <a href="http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf">http://documents.worldbank.org/curated/en/840621468016215926/pdf/409640P0704130Public.pdf</a>
<b>Rio de Janeiro, Brasilien</b>	33,4 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>
<b>Oslo, Norge</b>	38,7 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>
<b>Østlige Jakarta, Indonesien</b>	59,4 (1998) 41,6 (2016)	<a href="http://palyja.co.id/id/pencapaian-palyja/">http://palyja.co.id/id/pencapaian-palyja/</a>
<b>Tirana, Albanien</b>	80 (2005) 66,8 (2015)	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). Available from: Available from: <a href="http://www.ib-net.org/">http://www.ib-net.org/</a>

Som det ses fra tallene ligger Danmark utroligt lavt, og har et af de laveste vandtab i verden. Dette vel-fungerende vanddistributionssystem er opnået ved at have fokus på vedligeholdelse af ledningsnetværket, og hvor nye teknologier har gjort det muligt at finde selv de mindste lækager. Samtidig er der fra dansk side sat en restriktion på maksimum 10% vandtab, hvor vandværkerne skal betale en strafgift, hvis denne overskrides.

## Reparation, økonomi og fysik

At man hurtigt kan finde og reparerer huller i ledningsnetværket gør også, at trykket i systemet og vores vandhaner forbliver stabilt. Det er nemlig nemmere for vandværket at kontrollere et system med konstant flow.

Det er ofte fra et vandtårn, at vandet bliver presset ud til forbrugerne. Jo højere vandtårnet er, jo mere potentiel energi vil vandet have og jo større vil trykket dermed blive, når det strømmer ud mod husene. Normalt vil det være nok med trykket fra vandtårnet, men i visse situationer vil en pumpe være nødvendig, for eksempel for at få vand op i et højhus. I kender måske, hvor irriterende det er, hvis man er i bad, men der næsten ikke kommer noget vand ud af bruseren. Dette kan skyldes et lavt vandtryk fra vandtårnet, eller at alle i opgangen har åbnet for vandet samtidig. Der kan også være gået hul på en rørledning, så vandet løber ud i undergrunden i stedet for frem til din bruser. Fra vandværkets side prøver man at undgå lavt vandtryk ved at dimensionere vandtårnets størrelse efter antal brugere. Således vil der altid være vand nok i tårnet til at give et ordentligt tryk, også selvom mange bruger vand samtidigt.

Fra et miljømæssigt synspunkt vil det være mest optimalt, hvis intet vand gik til spilde. Fra et økonomisk synspunkt kan det dog ikke betale sig at sikre mod lækager ned til sidste dråbe, da dette ville kræve en nærmest umulig mængde opsyn og vedligeholdelse. Det optimale niveau af vandtab, set fra et økonomisk synspunkt, svinger fra land til land, da både vandsituation og økonomi er forskelligt.

## Øvelsen

### I skal bruge

- Sugerør med knæk
- Tape
- Plastikfilm
- Elastikker
- 1,5 liters vandflaske
- 1 liter vand
- Saks
- Adgang til vand
- Målebæger
- Nål



### Sådan gør I

Alt materiale i øvelsen koster penge undtagen vandtårn (vandflasken) og vandhanerne hos forbrugeren. Inden I går i gang er det en god ide at se filmen Vanddistribution, der viser øvelsen.

Element	Pris
2 cm tape	1000 kr.
1 stk. sugerør	500 kr.
0-10% vandtab	0 kr.
10-15% vandtab	4000 kr.
15-20% vandtab	5000 kr.
20-30% vandtab	6500 kr.
30-45% vandtab	10000 kr.
> 45% vandtab	15000 kr.

Vandtårnet:

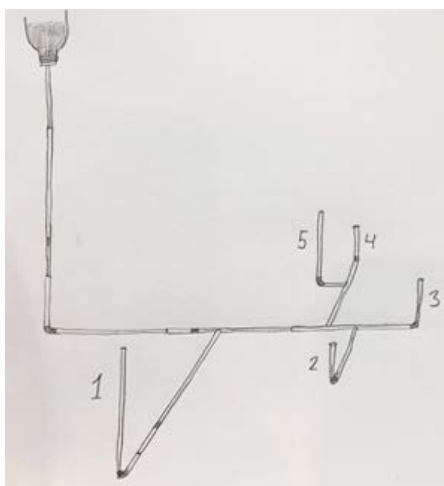
- Skær bunden af en 1,5 liters flaske.
- Skru låget af flasken og læg 8-10 lag film stramt henover drikkeåbningen, påfør 4 elastikker stramt om filmen og flaskehalsen, så filmen sidder helt stram og tæt.
- Lav et lille hul i filmen med en nål, og før et sugerør igennem filmen så den lige stikker ind på den anden side. Undersøg om filmen holder tæt, ved at hælde vand i flasken.
- Vandtårnet må være op til tre sugerør højt.

Rørsystemet:

Sammensæt mindst 8 sugerør, der transporterer vand fra bunden af vandtårnet til 5 forbrugere, der består af:

- En lejlighedsopgang (nummer et på tegningen) højden er den lange ende af et sugerør
- 3 parcelhuse (nummer 2, 3 og 4 på tegningen) højden er den korte ende af sugerøret
- En stor villa (nummer 5 på tegningen) højden er midt mellem lejlighedsopgangen og parcelhuse.

Det kunne eventuelt se ud som på tegningen:



Inden I laver de endelige målinger, skal I afprøve jeres model. Derved kan I vurdere, hvor mange materialer I skal købe til reparationer og hvor de skal bruges. På den måde undgår I at bruge for mange nødvendige materialer.

Derefter skal I samle alt det vand, der kommer ud af sugerørene hos forbrugerne og måle, hvor meget der er.

**Efterbehandling**

Nu kan det sammenlignes, hvem der har det mest effektive system.

- Hvad var systemets vandtab?

	Samlet vandmængde i vandtårn (Liter)	Samlet vandmængde hos brugere (Liter)	Vandtab (%)
<b>Eksempel</b>	<b>1</b>	<b>0,8 Liter</b>	$\left(1 - \left(\frac{0,8 \text{ liter}}{1 \text{ liter}}\right)\right) * 100\% = 20\%$
Før forbedringer	1		
Efter forbedringer	1		

- Hvad var systemets pris?

Materiale	Antal	Pris i DKK	Pris samlet
Tape (2 cm)		1000	
Sugerør		500	
Vandtab (%)			
TOTAL			

- Hvad er prisen for at levere en liter vand (kr./liter)?:

*Eksempel:*

*Hvis der er brugt 17000 kr og man har fået 0,8 liter vand igennem vil vandprisen for vandværket være:*

$$17000 \text{ kr} / 0,8 \text{ liter} = 21.250 \text{ kr} / \text{liter}$$

## Øvelse 2.6 Omvendt osmose

### Beskrivelse

I skal bygge en lille udgave af et omvendt osmose anlæg ved hjælp af skal-membranen fra et æg.

### Baggrund

Kapitel 2.

Afsnit: Anvendelse af havvand som drikkevand.

I denne øvelse kan I se, hvordan en semipermeabel membran kan bruges til at filtrere en væske. Her skal I bruge frugtfarve i vand, hvor frugtfarven filtreres fra. Det kunne også have været saltvand, hvor saltet blev filtreret fra. Men det er lettere at se med frugtfarve. Den højteknologiske semipermeable membran får I fra et æg.

### I skal bruge

- 1 æg
- Lager eddike
- Køkkenfilm
- Frugtfarve
- Postevand
- 2 glas
- ½ liters plastflaske

### Sådan gør I

#### Forberedelse:

Læg æg i eddike 1-2 dage. Ægget skal være dækket af eddike.



#### Klargør membranen:

- 1) Tag ægget op af skålen og skyl det forsigtigt under vandhanen til alle resterne fra skallen er væk.
- 2) Prik forsigtigt hul på membranen så ægget kan flyde ud.
- 3) Skyld forsigtigt membranen på ydersiden.
- 4) Vend forsigtigt membranen på vrangen og skyl til den er ren for æggehvite og -blomme

#### Klargør farvet vand:

- 1) Fyld ½ liters plastflaske med postevand.
- 2) Tilsæt ca. 10 dråber farve per halve liter vand.
- 3) Ryst flasken og hæld lidt af vandet over i et referenceglas til senere sammenligning.





Øvelsen:

- 1) Læg forsigtigt membranen henover flaskeåbningen
- 2) Påfør et ydre beskyttende lag køkkenfilm stramt rundt om membranen for at beskytte den mod elastikken. Køkkenfilmen skal ikke gå over hullet i toppen af flasken.
- 3) Påsæt forsigtigt elastikken stramt om køkkenfilm og membran.
- 4) Vend flasken om og pres let, se hvordan vandet trænger stille gennem membranen. Hold et konstant tryk og lad vandet dryppe ned i et glas. Her er det meget vigtigt, at I ikke presser for hårdt, da membranen dermed vil udvide sig og lade farve løbe gennem. Der må ca. komme 1-2 dryp per 30 sekund.
- 5) Sørg for at der er samme mængde vand som i referenceglasset, se hvordan farven er nu i forhold til før omvendt osmose.

### Efterbehandling

- Skriv eller tegn, hvad der skete med farven i vandet, og hvorfor?
- Hvordan ser membranen ud efter omvendt osmose?
- Hvorfor skal man hælde vand fra til reference? Og hvorfor kan man ikke bruge det vand, der er tilbage i flasken efter omvendt osmose som reference?
- Omvendt osmose er ikke særlig anvendt i Danmark, hvordan kan det være?
- Til gengæld er der efterhånden flere og flere lande, der anvender omvendt osmose til at skaffe sig drikkevand.
- Hvilke lande bruger omvendt osmose? Har disse lande noget til fælles?
- Hvilke fordele og ulemper er der ved at bruge omvendt osmose til at få drikkevand?

## Øvelse 2.7 Jakarta synker

### Beskrivelse

Indonesiens hovedstad Jakarta har et stort problem. Byen synker og havniveauet stiger. I skal nu være de ingeniører, der redder Jakarta.

### Baggrund

Casestudy: Jakarta

Overalt i verden flytter flere og flere mennesker til storbyerne. Dette er også tilfældet for megabyen Jakarta. Jakarta er hovedstaden i det syd-asiatiske land Indonesien. Som følge af at byen vokser, er der et øget behov for drikkevand. Det har betydet at mere grundvand hentes op fra undergrunden under Jakarta. Faktisk har de pumpet så meget vand op at byen er begyndt at synke. Samtidig forventes havniveauet at stige på grund af klimaændringer. Derfor oplever byen flere oversvømmelser og flere af byens kvarterer risikerer at blive permanent oversvømmet.

- Kan vi sikre, at byens befolkning ikke mister deres hjem på grund af oversvømmelser?
- Kan vi sikre, at byens befolkning vil have rent drikkevand hver dag? Også i fremtiden?

### Øvelsen

I deler jer op i fire grupper:

#### Gruppe 1: Klimaet i Jakarta nu og i fremtiden

#### Gruppe 2: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og vandforbrug

#### Gruppe 3: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og oversvømmelser

#### Gruppe 4: Jakartas geografi og ressourcer

### I plenum

Efter at I har arbejdet sammen i grupperne er I blevet eksperter på hver jeres faglige område. I skal derfor mødes hele klassen og bruge jeres fælles viden til at besvare følgende spørgsmål:

- Hvad kan man i Jakarta gøre for at undgå at blive oversvømmet?
- Hvordan kan man beskytte Jakartas befolkning mod oversvømmelser?
- Hvordan vil I beskytte byen mod havstigningen?
- Hvordan kan befolkning sikres nok drikkevand?
- Kender I til andre problematikker i Indonesien?
  - Naturkatastrofer
  - Samfundsmæssige udfordringer
  - Økonomiske forhold

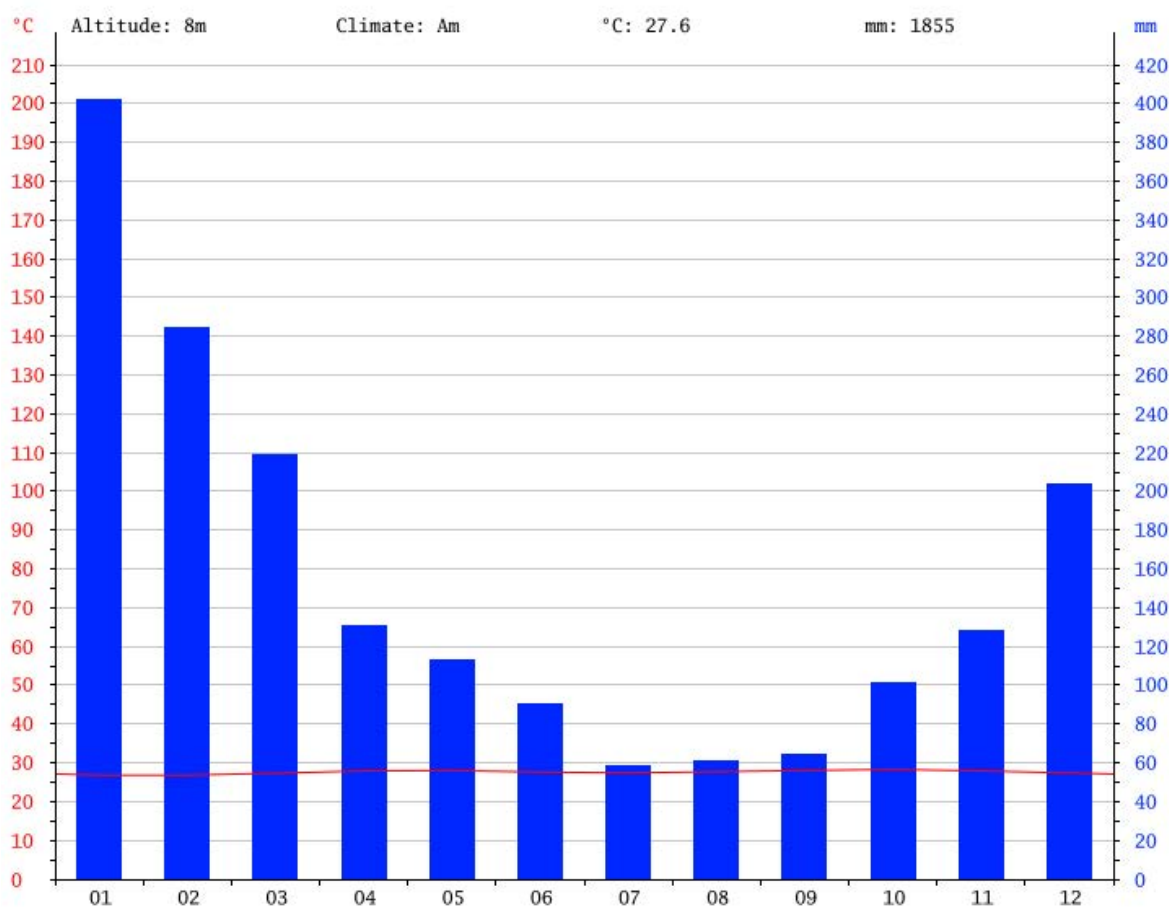
## Øvelse 2.7 Materiale gruppe 1 – Jakarta Øvelse

### Gruppe 1: Klimaet i Jakarta nu og i fremtiden

I denne gruppe skal I blive eksperter i Jakartas klima. Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Hvor meget regner det om året, hvad er gennemsnitstemperaturen? Ud fra de kort I har kigget på, hvordan er klimaet i Jakarta i forhold til det vi kender i Danmark?
- Hvad betyder klimaet for indbyggerne i Jakarta?
- Hvordan forventes klimaet at ændre sig i fremtiden ifølge de to scenarier fra FNs klimapanel?
- Hvilken indflydelse vil klimaforandringer have på Jakarta?
- Hvad vil der ske når vandstanden stiger X meter som følge af det mest dramatiske klimaforandrings-scenarie I har undersøgt?

### Klimaoversigt for Jakarta

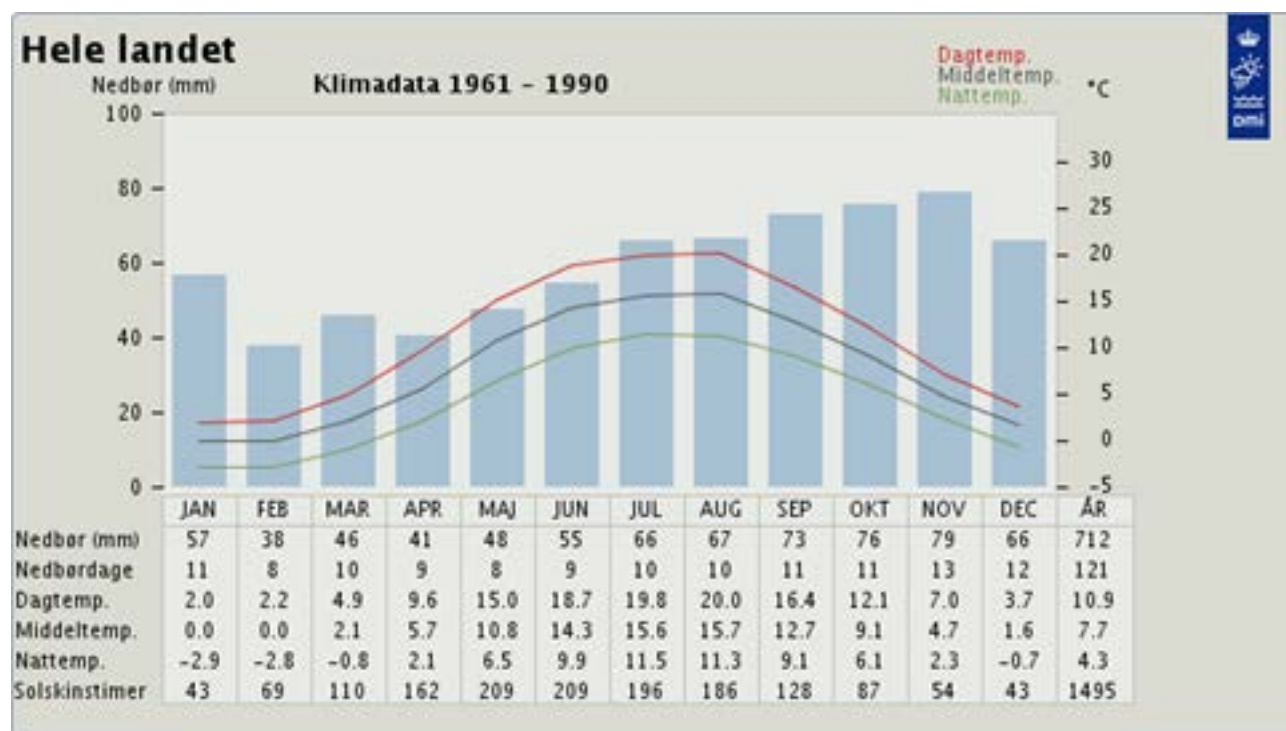


Figur 1. Diagram hentet fra: <https://en.climate-data.org/location/714756/>

### Vejledende spørgsmål til figuren

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser den røde streg? Hvad viser det om Jakarta?
- Hvad viser de blå søjler? Hvad siger de om Jakarta?

## Klimaoversigt over Danmark



Figur 2. Diagram hentet fra: <https://www.dmi.dk/klima>

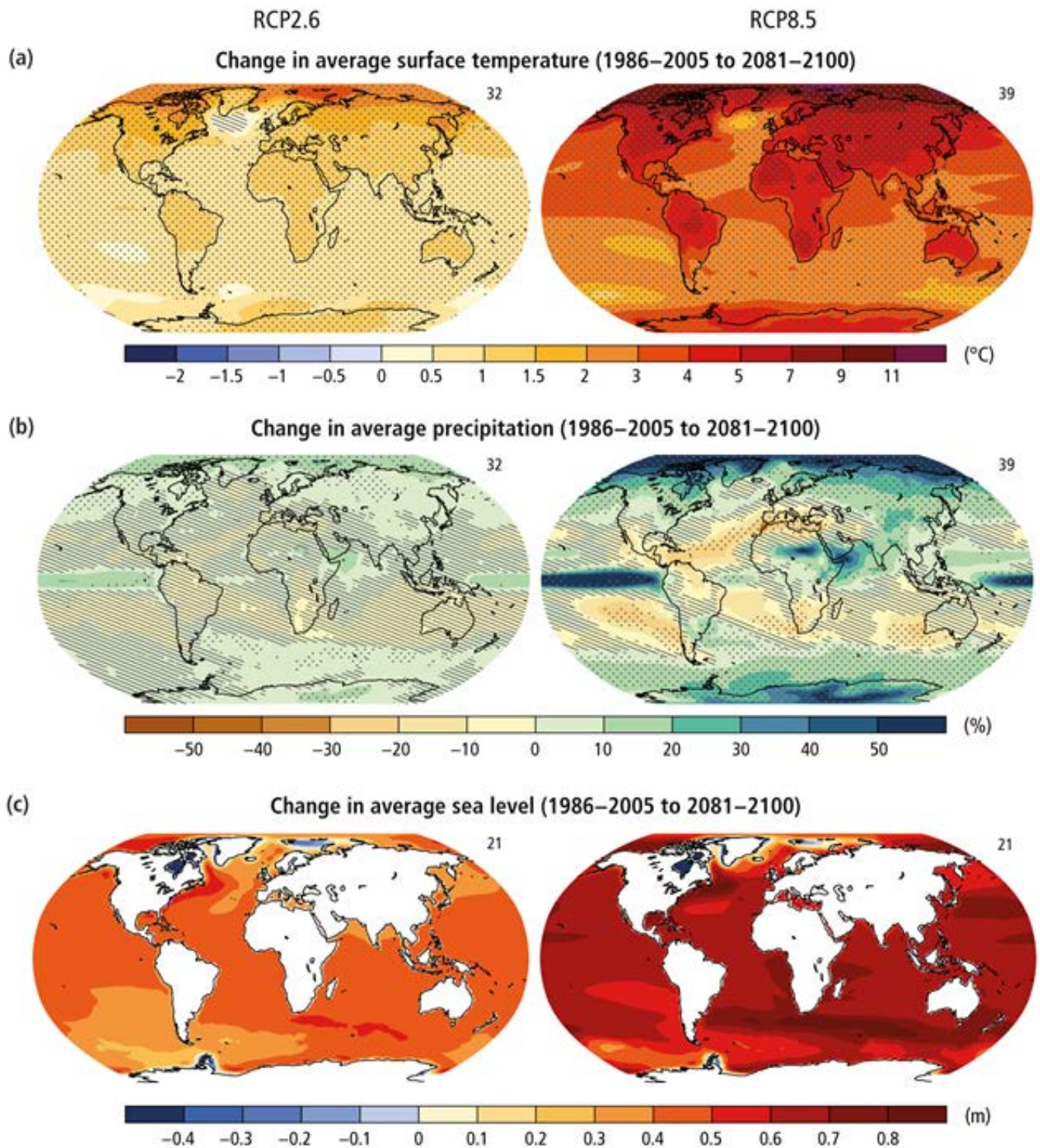
### Vejledende spørgsmål til figuren

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser den blå streg? Hvad viser det om Danmark?
- Hvad viser de blå søjler? Hvad siger de om Danmark?
- Hvad er den gennemsnitlige årlige nedbør for Danmark og Jakarta?
- Hvordan vil I sige klimaet er i Jakarta sammenlignet med Danmark

### Klimaforandringer

Figur 3 viser ændringen i jordens (a) gennemsnitstemperatur, (b) gennemsnitsnedbør og (c) gennemsnitshavniveau. Ændringerne er forudsagt af FNs klimapanel (IPCC). På figuren sammenlignes perioden år 1986 til 2005 med, hvad FNs klimapanel forventer der sker i perioden år 2081-2100.

De tre verdenskort i venstre side, hvor der står RCP 2,6 W/m<sup>2</sup> øverst er det mildeste scenarie. Her får verden stoppet udledningen af blandt andet CO<sub>2</sub> og klimaforandringerne vil blive mindre. Verdenskortene i højre side viser en stigning i RCP på 8,6 W/m<sup>2</sup>. Det er scenariet, hvis verden fortsætter sin udledning af CO<sub>2</sub>. Man kan se på kortene i højre side, at klimaforandringen i denne situation vil være langt kraftigere.



Figur 3. Hentet fra: [http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/sites/default/files/AR5\\_SYR\\_Figure\\_2.2.png](http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/sites/default/files/AR5_SYR_Figure_2.2.png)

### Vejledende spørgsmål til figuren

Kig på området hvor Jakarta ligger.

- Hvor meget forventes gennemsnitstemperaturen at stige ifølge RCP2.6? og hvor meget for RCP8.5?
- Hvor meget forventes gennemsnitnedbøren at stige ifølge RCP2.6? og hvor meget for RCP8.5?
- Hvor meget forventes gennemsnits havniveauet at stige ifølge RCP2.6? og hvor meget for RCP8.5?
- Skriv de estimerede tal ned og brug dem i næste afsnit.

**Oversvømmelse**

Denne hjemmeside viser hvor meget havstigning betyder for alle verdens lande. Først skal I finde Jakarta på kortet og zoome ind. Derefter kan I vælge (oppe i venstre hjørne), hvor mange meters havstigning I vil se. Er der stor forskel for hver meter havet stiger med? Kan man forudsige fremtiden med det her værktøj? Begrund jeres svar.

Brug hjemmesiden: <http://flood.firetree.net/?ll=16.3412,97.3388&z=12&m=7>

## Øvelse 2.7 Materiale til gruppe 2

### Gruppe 2: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og vandforbrug

I denne gruppe er skal I blive eksperter i hvordan indbyggertallet i Jakarta har ændret sig og hvad det betyder for vandforbruget, for byens indbyggere.

Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Hvordan har befolkningstilvæksten udviklet sig i Jakarta siden 1976 og hvad er befolkningstallet i dag?
  - Sammenlign urbaniseringskortene med området i Google Earth.
  - Søg på Internettet efter Jakartas befolkningstal og sammenlign resultaterne.
- Hvilke fordele og ulemper er der ved den stigende urbanisering af Jakarta?
- Hvilken betydning har en øget befolkningstilvækst for byens vandforbrug?
- Hvordan har vandforsyningsnettet ændret sig fra år 2000 til 2015? Hvad kan I generelt sige om hele landet sammenlignet med de urbane områder i Indonesien?
- Hvilke konsekvenser kan der være ved ikke at have en rørlagt vandforsyning?
- Hvad er målet for den urbane vandforsyning i Indonesien og hvem skal finansiere det?
- Hvordan vil I vurdere Indonesiens indsats? Er den tilstrækkelig? Hvorfor/hvorfor ikke?

#### Kort over urbanisering / befolkningstilvækst

Nedenstående satellitfotografier af Jakarta området er taget af synligt og infrarødt lys reflekteret fra jordens overflade. Fotografierne viser hvordan Jakarta er vokset mellem 1976 og 2004. Vegetation reflekterer infrarødt kraftigt og fremstår rødt og urbane områder reflekterer infrarødt lys i mindre grad og fremstår derfor grønt.



1976 (population 6 million)



1989 (population 9 million)



2004 (population 13 million)

Figur 1. Billede hentet fra: <https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=5693>



### Information om vandforsyningsnettet

UNICEF og Verdenssundhedsorganisationen (WHO) har samlet en masse data om vand og sanitet i hele verden.

<https://washdata.org/data#!/idn>

Denne hjemmeside kan I bruge til at blive klogere på vandforsyningen i Indonesien.

Da vi kun er interesserede i at undersøge drikkevandet, skal I vælge:

- *drinking water*.
- Tryk på edit.
- Vælg population.
- Vælg Drinking water. De andre skal være slået fra.
- Under Inequality (ulighed) vælger I *rural* og *urban* hvilket betyder landområder og byområder. Igen de andre valgmuligheder skal være slået fra.
- Under *ladder type* vælger I *Analyse by facility type*.
- Vælg også non-piped og piped.
- Vælg den nyeste tidsperiode.

Nu har I to søjlediagrammer. Hvis I fører pilen hen over søjlerne kan I læse, hvor meget vand, der kommer ud til forbrugerne gennem rør (piped) og på andre måder (non-piped). Tallene gælder landområder og byområder i hele Indonesien. I kan lege rundt med de forskellige kategorier og årstal for at blive klogere på drikkevand i Indonesien.

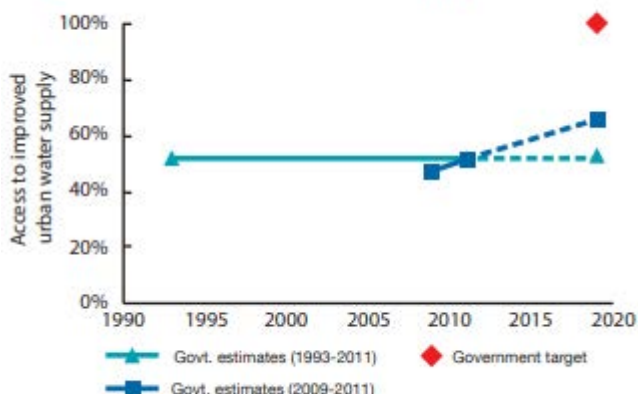
### Læsemateriale

En kort tekst om fra UNICEF om børn og vand i verden.

<https://www.unicef.dk/fakta-om-vand>

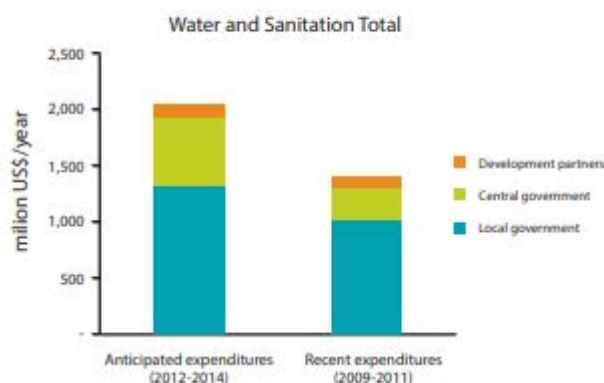
## Indonesiens regerings tiltag og investeringer i vandsektoren

Figure 8.1 Access to urban water supply



Sources: SDA costing, Bappenas. JIMP (2013)<sup>14</sup>

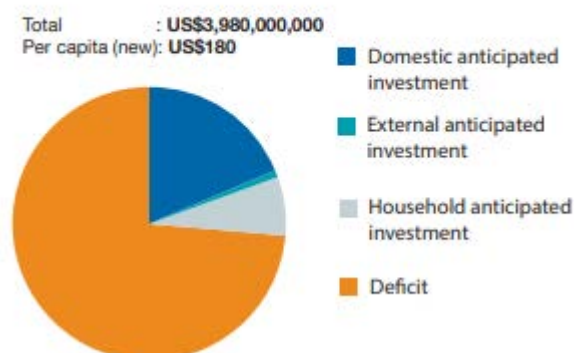
Figure 2.4 Estimated investments for water and sanitation by source of funding



Figur 2. Figurerne hentet fra: <https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/WSP-Indonesia-WSS-Turning-Finance-into-Service-for-the-Future.pdf>

Den sidste figur, viser det totale beløb, som er nødvendigt, for at opnå adgang til en forbedret vandforsyning til alle byer i Indonesien.

Figure 8.3 Urban water supply financing (anticipated and gap)



### Vejledende spørgsmål til figurerne

- Hvad er regeringens mål for vandforsyning i urbane områder i 2020?
- Hvor mange procent forventer de at opnå i 2020?
- Hvem har investeret flest penge i vand og sanitet?
- Hvem forventes at investere flest penge i vand og sanitet?
- Hvem forventes at investere mest i den urbane vandforsyning? Hvor mange procent af investeringerne er cirka dækket?

## Øvelse 2.7 Materiale til gruppe 3

### Gruppe 3: Urbanisering af Jakarta - tilvækst og oversvømmelser

I denne gruppe skal I blive eksperter i Jakartas risiko for oversvømmelser. Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Undersøg hvor mange oversvømmelser der er sket i Jakarta siden 1990.
  - Brug følgende søgeord: floods + Jakarta
  - Hvor i Jakarta sker der oversvømmelserne?
- Hvorfor er oversvømmelser værre i byer end i andre landområder?
- Hvilken indflydelse har en øget befolkningstilvækst på oversvømmelser af byen?
  - Er der stor forskel på den månedlige og årlige nedbør i Jakarta sammenlignet med Danmark?
  - Hvor forventer I, at der hyppigst forekommer oversvømmelser, Jakarta eller Danmark? Begrund jeres svar.
- Hvilke andre naturkatastrofer kan Jakarta blive udsat for?
- Ud fra jeres viden om oversvømmelser og andre relevante naturkatastrofer, hvilke fordele og ulemper er der ved den stigende urbanisering af Jakarta?
- Hvordan tror I man kan beskytte Jakarta bedst muligt mod de naturkatastrofer de er sårbare overfor?

#### Oversvømmelse

Tegningen viser forskellige områder, hvor nedsivning af regnvand er forskellig.

A) Et landligt område med god mulighed for nedsivning i jord, grus og sand.



B) Her vises en landsby. Her er der kommet fliser og asfalt, men der er stadig god mulighed for nedsivning af regn på græsarealer og til søen.



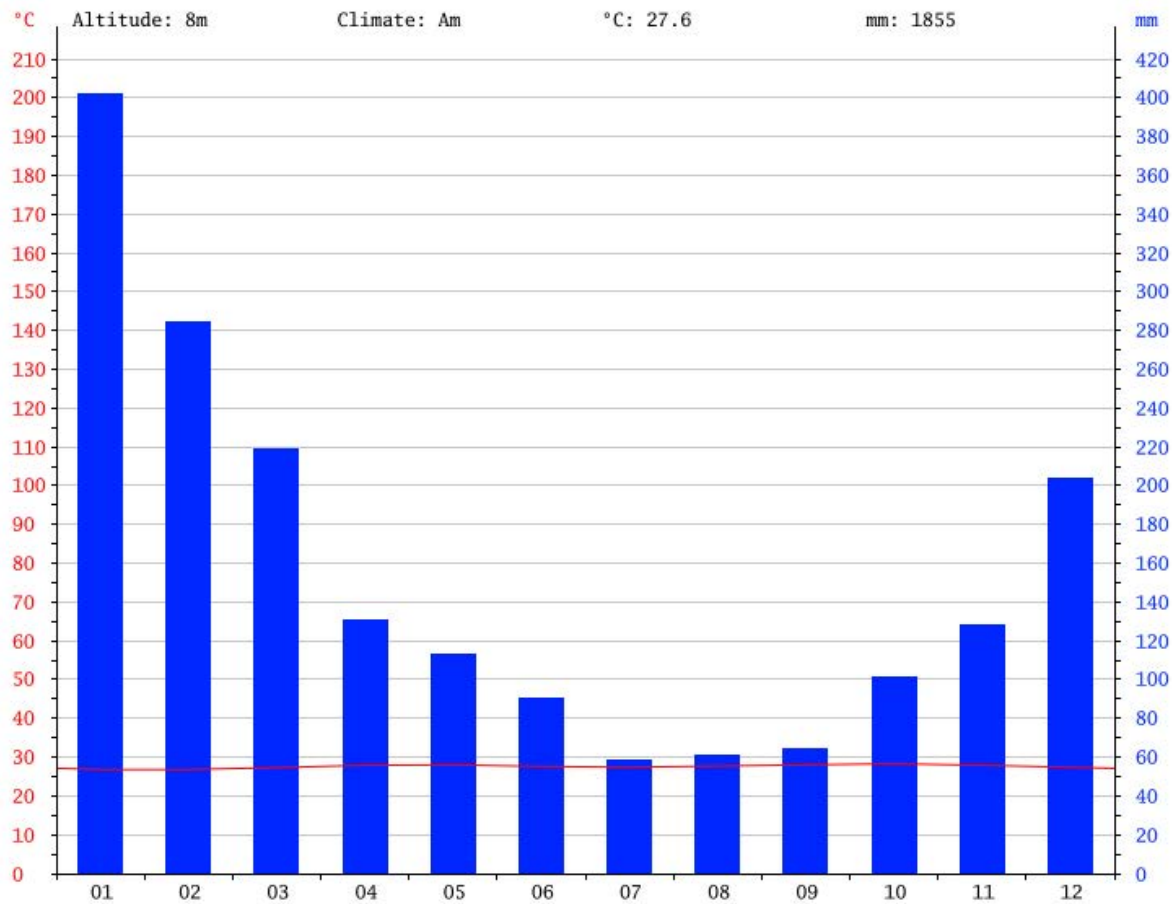
C) Her vises et byområde med meget asfalt og fliser. Her er området afhængig af kloakering til at lede regnvandet væk.



*Illustration af Lykke Bianca Petersen.*

**Vejledende spørgsmål til figuren**

- Hvorfor tror I byer har et højere maksimum end forstæder og landområder?
- Hvilke af de tre overfladetyper er kraftig regn mest alvorlig for? Hvorfor?
- Hvorfor tror I vandet er der længst for landområder?

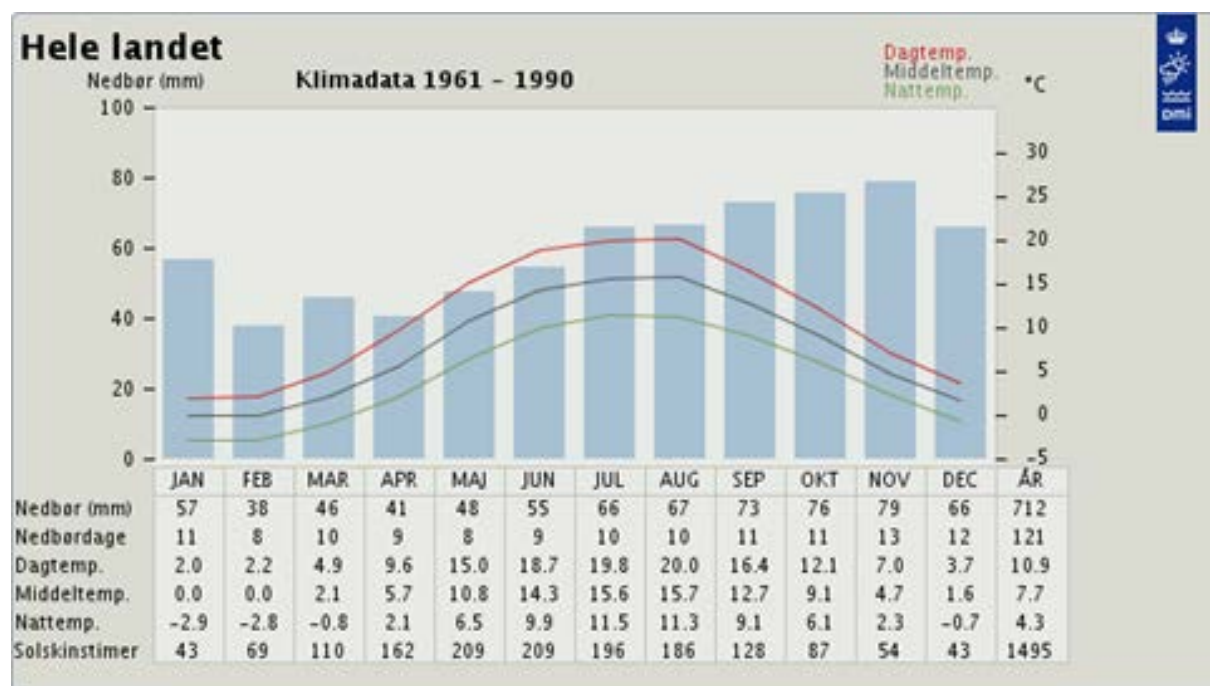
**Klimaoversigt for Jakarta**

Figur 2. Diagram hentet fra: <https://en.climate-data.org/location/714756/>

**Vejledende spørgsmål til figuren**

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser de blå søjler?
- Hvad siger de om Jakarta?

## Klimaoversigt over Danmark



Figur 3. Diagram hentet fra: <https://www.dmi.dk>

### Vejledende spørgsmål til figuren

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser henholdsvis venstre og højre y-akse?
- Hvad viser de blå søjler? Hvad siger de om Danmark?
- Hvad er den gennemsnitlige årlige nedbør for Danmark og Jakarta?

### Sensitivitet for naturkatastrofer

Nedenstående tabel viser byer med flere end 5 millioner indbyggere. Tabellen er lavet over de byer der i juli 2014 var særligt sensitive for mindst tre ud af seks typer naturkatastrofer, der kan forårsage dødsfald. Tabellen er opgjort af Fns afdeling for økonomiske og sociale anliggender (DESA). Tallene angiver fra 1 til 10 (hvor 10 er det højeste), hvor sensitiv en by er i forhold til naturkatastrofe-relaterede dødsfald.

TABLE D2. LIST OF CITIES WITH 5 MILLION INHABITANTS OR MORE ON 1 JULY 2014 THAT WERE VULNERABLE TO AT LEAST THREE OF THE SIX TYPES OF NATURAL HAZARD IN TERMS OF DISASTER-RELATED MORTALITY

City Names	Countries	Population (millions) *	Vulnerability to disaster-related mortality (in decile)					
			Cyclones	Droughts	Earthquakes	Floods	Landslides	Volcano eruptions
Tokyo	Japan	37.8	8-10	0	8-10	8-10	8-10	0
Mexico City	Mexico	20.8	8-10	5-7	0	8-10	8-10	8-10
Osaka	Japan	20.1	8-10	0	8-10	8-10	8-10	0
Karachi	Pakistan	16.1	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Kolkata	India	14.8	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Manila	Philippines	12.8	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10
Tianjin	China	10.9	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Jakarta	Indonesia	10.2	0	8-10	8-10	8-10	0	0
Madras	India	9.6	8-10	8-10	0	8-10	0	0
Bogotá	Colombia	9.6	0	0	8-10	8-10	8-10	0
Nagoya	Japan	9.4	8-10	0	8-10	8-10	0	0
Tehran	Iran	8.4	0	0	8-10	8-10	8-10	0

NOTE: \*, referring to 1 July 2014. The risk of vulnerability is measured by decile based on the distribution over the global grid cells. A decile value equalling to zero indicates no risk of mortality vulnerability to a natural disaster. See Data and Method for details.

Tabel 1. Hentet fra: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/wUP2014-TechnicalPaper-NaturalDisaster.pdf>

**Vejledende spørgsmål til figuren**

- Hvilke katastrofe-typer forårsager højst sandsynligt flest katastrofe-relaterede dødfald ifølge tabellen? Hvilken type forårsager færrest?
- Hvilke katastrofer er en risiko for Jakarta?
- Kan I komme med forklaringer på, hvorfor disse katastrofe-typer er en risiko for Jakarta?
- Er der nogle af disse katastrofe-typer, der kan forventes at blive værre i Jakarta?
- Hvis disse slags katastrofer kunne ske/skete i København eller Århus, ville der så være risiko for dødsfald? Begrund jeres svar.

## Øvelse 2.7 Materiale til gruppe 4

### Gruppe 4: Jakartas geografi og ressourcer

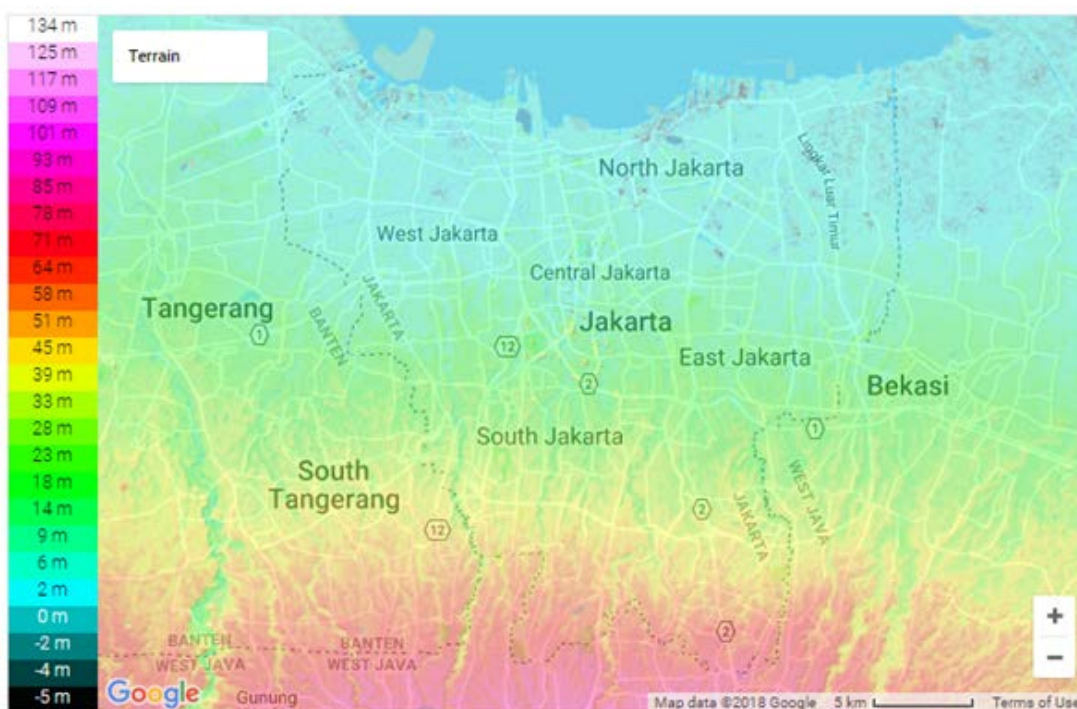
I den her gruppe bliver I eksperter på geografien i og omkring Jakarta og hvor byen kan hente vand fra. Herunder er nogle spørgsmål I kan arbejde med, når I har undersøgt de kort og diagrammer I finder under spørgsmålene.

- Hvordan er topografien i Jakarta?
- Hvor og hvor meget synker byen hvert år?
- Hvilke konsekvenser tror I landsenkning vil have for Jakarta?
- Hvilke vandkilder benytter Indonesien sig primært af?
- Hvordan er kvaliteten af floderne på Java? Hvilken betydning tror I dette har for Jakartas befolkning, i dag? Og i fremtiden?
- Kender I nogle alternative vandressourcer I kunne forestille jer man kunne bruge i Jakarta?

**Ordforklaring:** Topografi er kort fortalt en beskrivelse af et landskabs form og udseende. Beskrivelsen vil typisk være både med ord, kort og billeder.

### Undersøgelse af Jakartas topografi

Nedenstående kort viser, hvor højt og lavt de forskellige områder af Jakarta ligger i forhold til havets overflade. Højdeforskellene er vist i meter over og under niveau med havets overflade.



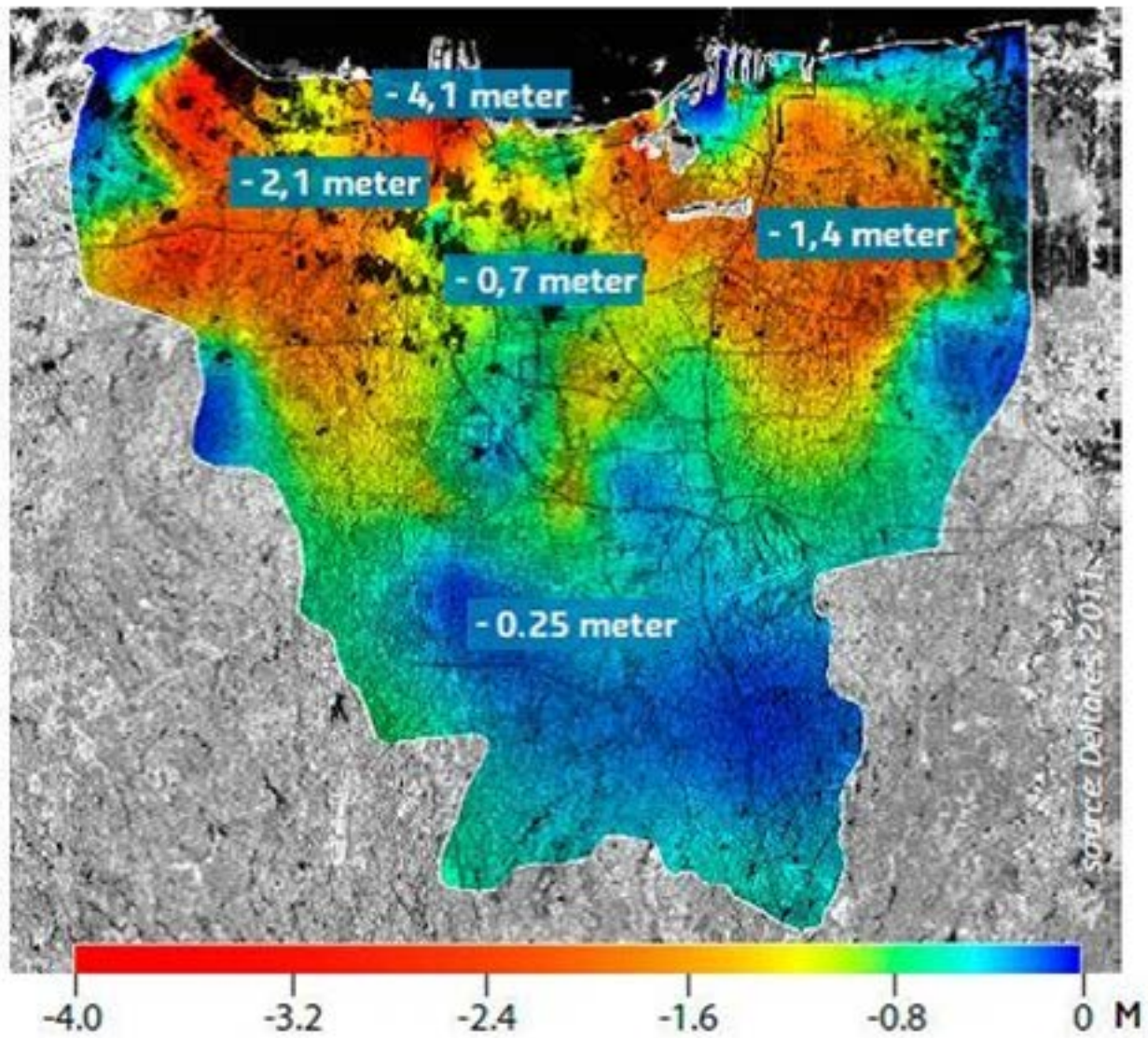
Figur 1. Kort hentet fra: <http://en-ca.topographic-map.com/places/jakarta-6633802/>

### Vejledende spørgsmål til figur

- Hvor højt er det højeste punkt i Jakarta og hvor er det lokaliseret?
- Hvor lavt er er det laveste område?
- Hvordan er topografien inden for de første 5 til 10 km af "Central Jakarta"?

## Landsænkning

Nedenstående kort viser hvor meget Jakarta er sunket (landsænkningen) fra år 1974 til år 2010.



*Land subsidence in Jakarta in period 1974-2010*

Figur 2. Billede hentet fra: <https://i0.wp.com/www.circleofblue.org/wp-content/uploads/2014/12/landsubsidence-jakarta.jpg?resize=452%2C449>

### Vejledende spørgsmål til figuren

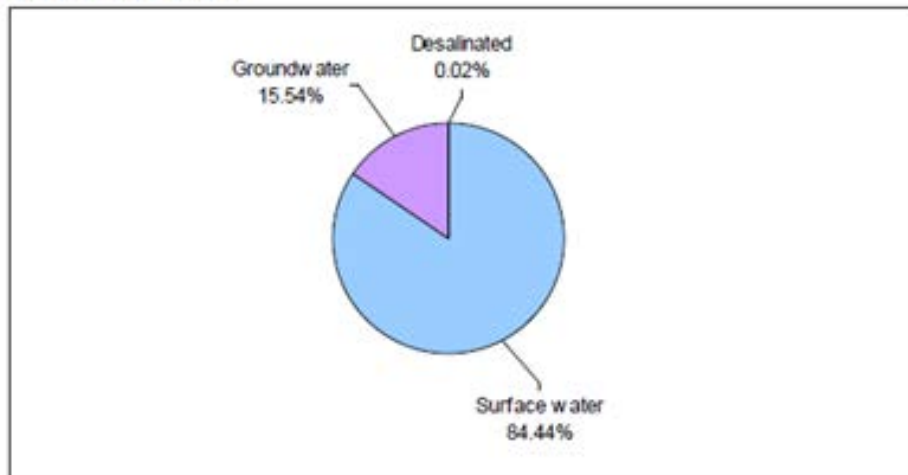
- Hvad betyder skalaen i bunden af figuren?
- Hvor i Jakarta har landsænkning været mindst?
- Hvor i Jakarta har landsænkning været størst?
- Hvis denne udvikling forsætter, hvad betyder det for topografien i Jakarta? Sammenlign med topografikortet.



## Fordelingen af Indonesiens benyttede vandkilder

*Groundwater* betyder grundvand, *surface water* betyder overfladevand (søer, floder og reservoirs) og *desalinated water* betyder afsaltet havvand.

FIGURE 2  
Water withdrawal by source  
Total 113.29 km<sup>3</sup> in 2000



Figur 3. Diagram hentet fra: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/IDN/](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/IDN/)

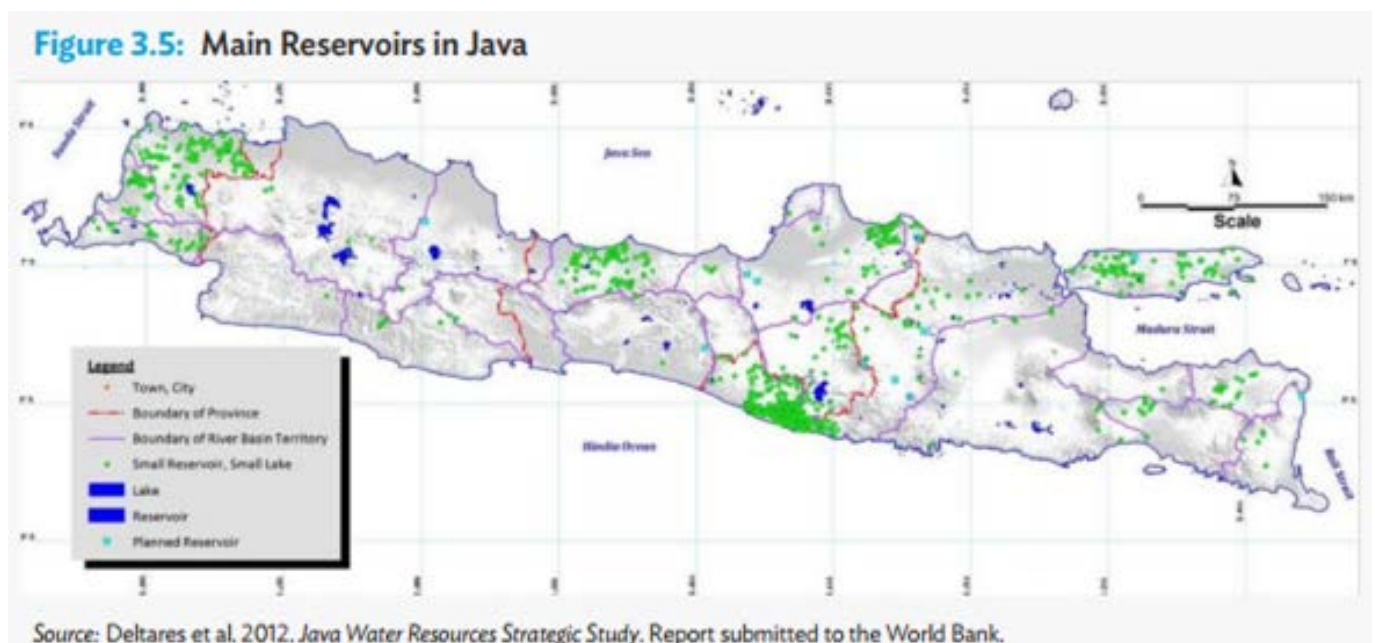
### Vejledende spørgsmål til figur

- Hvilke vandkilder benytter Indonesien primært?
- Hvilken kilde bliver der brugt mest af i Danmark?

### Vandressourcer på Java

Nedenstående tre figurer giver et overblik over lokaliteten, kvantiteten og kvaliteten af vandressourcerne på Java.

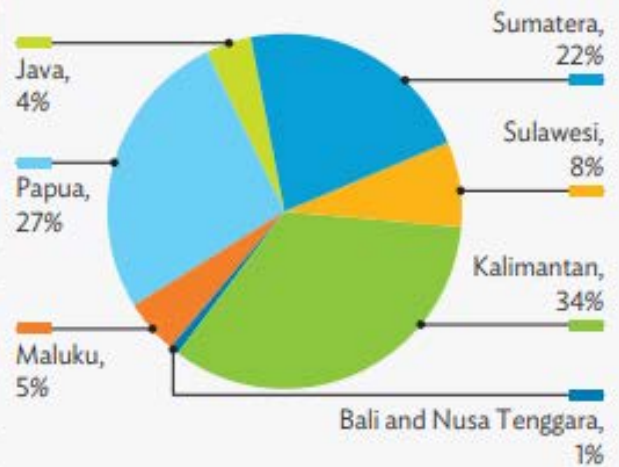
### Primære vandreservoirs på Java



**Overfladevands tilgængelighed i Indonesien**

**Figure 3.3: Surface Water Availability in Indonesia**

Islands	Water Availability (million m <sup>3</sup> /year)		
	Qaverage	Q80%	Q90%
Java	164	88.909	69.791
Sumatera	840.737	571.703	485.732
Sulawesi	299.218	184.478	154.561
Kalimantan	1,314,021	900.381	727.301
Bali and Nusa Tenggara	49.62	35.632	32.165
Maluku	176.726	132.103	117.296
Papua	1,062,154	794.496	716.443
<b>Total Indonesia</b>	<b>3,906,476</b>	<b>2,707,702</b>	<b>2,303,289</b>

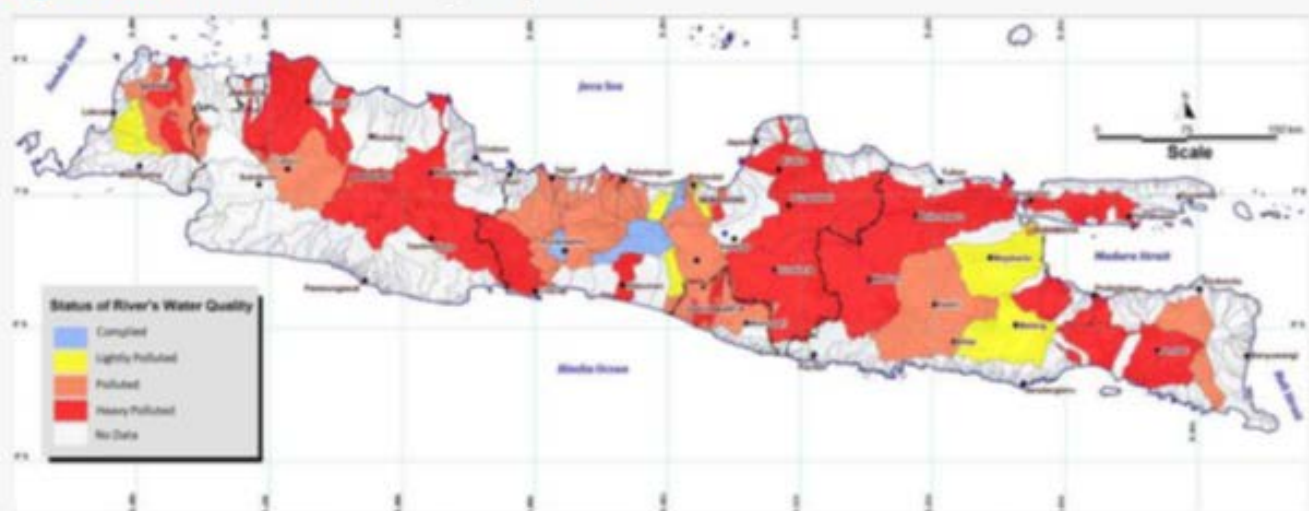


m<sup>3</sup> = cubic meter, Q = quarter.

Source: W. Hatmoko et al. 2012. *Water Balance of Water Availability and Water Demand in Indonesia River Basins*, Water Resources Research Agency, Bandung (Neraca Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada Wilayah Sungai di Indonesia Puslitbang SDA Bandung).

**Vandkvaliteten af Javas floder**

**Figure 3.13: Java River Water Quality Status**



Source: Ministry of Environment. *Status Lingkungan Hidup (State of the Environment) Indonesia 2012*.

**Vejledende spørgsmål til figurene**

- Hvordan er vandressourcerne fordelt på Java?
- Overfladevand er den største kilde til vand i Indonesien. Hvor stor en del udgør Javas overfladevand af hele landets?
- Hvordan er vandkvaliteten i floderne på Java?

## Øvelse 2.8: Lav din egen vandkampagne

### Formål

I skal lave en kampagne for vand.

### I skal bruge

Ét af de medier, der er tilgængelige.

### Oplæg

I skal lave en kampagne for vand. I kan selv vælge, hvilken af de tre vinkler I vil tage udgangspunkt i. Eller måske har selv en rigtig god ide til et omdrejningspunkt for kampagnen.

- Vand er essentielt for alt liv på jorden. I skal nu sælge vand som var det et nyt produkt. Hvilke særlige egenskaber har vand? Hvorfor er det et vigtigt råstof for os? Er der forholdsregler, der skal gøres opmærksom på?
- Store mængder vand kan forvolde store skader. For eksempel i byer, når der sker oversvømmelser eller når drikkevandet bliver forurenede med kloakvand. I skal nu lave en kampagne, der informerer om nogle af de risici man skal være opmærksom på ved oversvømmelser. Er der nogle måder man kan minimere eller forebygge disse på?
- Øget befolkningstilvækst og klimaforandringer, medfører, at vi i fremtiden kommer til at mangle rent vand. Det er nu jeres job at lave en kampagne, der informerer om hvorfor og hvordan vi kan løse eller minimere problemet.

### Sådan gør I

Når jeres gruppe har valgt hvilken af de ovenstående vinkler jeres kampagne skal have, skal I beslutte hvordan I vil sætte kampagnen op. På hvilken måde vil I formidle jeres budskab? Det er en god idé at tænke over:

- Produktet (hvilket budskab er det I vil sælge?)
- Målgruppen (hvem er kampagnen henvendt til?)
- Hvilke virkemidler vil I bruge for at overbevise målgruppen?

Husk at inkludere så mange nye fagord og begreber I har lært som muligt.



## Øvelse 2.9: På opdagelse i lokalmiljøet

### Beskrivelse

Du og din klasse skal nu ud og se på jeres lokalområde og undersøge om det er i risiko for at blive oversvømmet. Det kan være ved store mængder regn eller efter en storm, hvor vandstanden i fjorde og hav kan være steget. Er der steder i lokalområdet, der er særligt udsat? Er der gjort nogle tiltag, som sikrer området eller kan I se steder, hvor der burde gøres noget og har I en idé til hvad der kan gøres?

### Baggrund

I den kommende tekst skal I læse om årsager til oversvømmelse i byer og andre lokalområder. Teksten kommer omkring, hvad et skybrud er og hvorfor en storm kan give vand i gaderne. Du vil også kunne læse hvorfor en belægning af fliser og asfalt øger risikoen for oversvømmelse.

Tænk over følgende spørgsmål, når du læser oplægget nedenfor:

- Hvad er et skybrud? Hvorfor
- Hvor forventes der mest vandafstrømning i byer end landområder?
  - Hvorfor?
- Hvad betyder befæstningsgrad?
- Hvad forårsager oversvømmelser i Danmark?

### Oplæg

#### Skybrud

Der falder mere regn i Danmark end der gjorde for bare 30 år siden. Det skyldes klimaforandringer. Det er specielt skybrud, der skaber store problemer. Et skybrud er når der falder mere end 15mm regn på 30 minutter. Et skybrud kan være en dyr affære. Det dyreste skybrud i Danmark er skybruddet den 2. juli 2011. Det kostede forsikringsselskaberne 4,88 milliarder i erstatninger (Kilde: forsikring og pension). Erstatninger for oversvømmede huse - det er både vand i kældre, men også stueetagen.

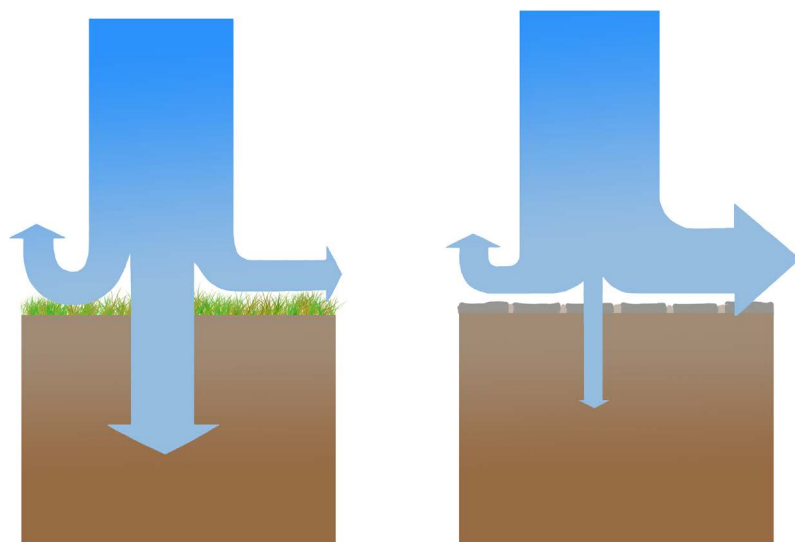


Illustration: Lykke Bianca Petersen.

#### Overflader

På ovenstående figur ses det, hvordan bydannelse ændrer på vandets færden. Til venstre ses, hvordan vandet i landområder siver bedre ned i jorden. Samtidig vil træer og andre planter absorbere en masse vand, som derefter kan fordampe væk. Modsat er der i byer mindre nedsivning grundet asfalt og andet bebyggelse. Der er også færre grønne områder, hvilket samlet set giver en markant større vandafstrømning.



Illustration: Lykke Bianca Petersen.

## Befæstningsgrad

Befæstningsgrad er en betegnelse for hvor stor en grad af et område er dækket af uigennemtrængelige eller delvist uigennemtrængelige materialer. Disse kan for eksempel stamme fra bebyggelse. Som det kan ses på figur 2 er befæstningsgraden tæt relateret til vandafstrømningen. Det vil sige, at jo mere bebyggelse der er, jo mindre vand vil sive ned gennem jorden. Vandafstrømningen vil derfor generelt være markant højere i byerne end på landet, hvor flere grønne områder kan absorbere og lagre vandet. De store mængder vand fra skybrud stiller store krav til byernes kloakker, der kan have svært ved at rumme de store mængder. Når kloakkerne ikke kan kapere mere vand, vil vandet derfor akkumulere på lavtliggende overflader som viadukter, kældre med mere.

## Hvor kommer vandet fra?

For at en oversvømmelse kan ske, er det nødvendigt at der kommer en masse vand indenfor et kortere tidsrum. I Danmark er der to slags begivenheder der kan forårsage en oversvømmelse. Den ene er som følge af en kraftig regnbyge såsom et skybrud, den anden kan være i forbindelse med en storm. En oversvømmelse forårsaget af stormvejr som "presser" havet ind i en fjord eller imod kysten. Denne stormflod, betyder at vandstanden stiger og der kommer en masse ekstra vand ind over land og forårsager en oversvømmelse.

## Øvelsen

I denne øvelse skal du ved hjælp af informationskort fra miljøstyrelsen skaffe baggrundsviden om dit lokalmiljø. Herefter skal I på feltarbejde. I skal anvende jeres indsamlede information sammen med jeres personlige viden om jeres område til at vurdere, hvor udsat jeres lokalområde er for ødelæggelser ved skybrud og kraftig regn, og hvordan dette eventuelt kan forebygges. Opgaven skal udføres i grupper af to til tre personer.

## I skal bruge

- Kamera
- De angivne hjemmesider:
  - <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>
  - <https://www.b.dk/nationalt/se-de-flotte-billeder-saadan-skal-koebenhavn-sikres-mod-skybrud>
  - <http://www.laridanmark.dk/billedarkiv/31278>

## Sådan gør I

**Step 1:** Tænk over jeres lokalområde, hvilke slags oversvømmelser kan der ske? Kan I huske sidst der var en oversvømmelse? Hvor samlede vandet sig dengang?

### Step 2: undersøg kortene

I skal nu undersøge, hvordan jeres område er stillet ved oversvømmelse. Dette gør I ved først at studere kort på internettet, for at få en fornemmelse af jeres område.

Gå ind på hjemmesiden: <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?&profile=miljoegis-klimatilpasningsplaner>

#### Bluespot:

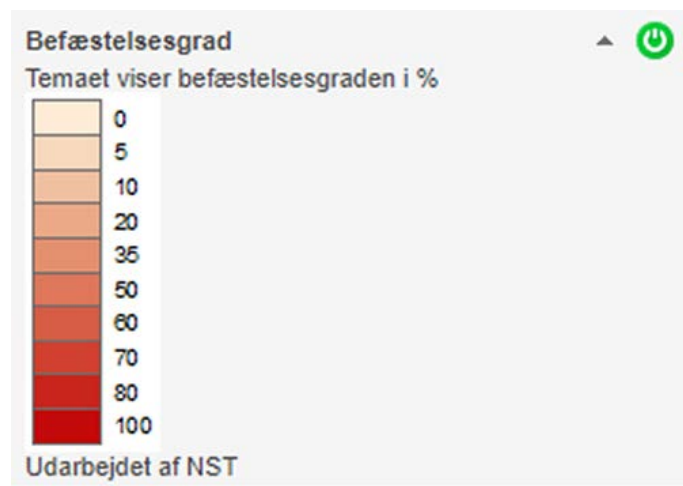
Øverst til venstre finder du et interaktivt kortlag, der hedder "Bluespot 2016". Dette kort viser, hvor vandet vil samle sig ved ekstremregn. I kan vælge forskellige størrelser af regn i mm, husk definitionen for et skybrud. Dette er dog hovedsageligt for visualisering, da kortet ikke tager højde for kloakering eller nedsivning til undergrunden.

#### Havsstigning:

Under "Bluespot 2016" er der et kortlag der hedder "Havstigning 2016", dette fungerer ligesom Bluespot, hvor I kan vælge, hvor stor en havstigning I vil kigge på. Dette kortlag er mest relevant hvis jeres område ligger tæt på en fjord eller bugt. Ved seneste stormflod i 2017, steg vandstanden omkring 1.5 meter i nogle områder.

#### Befæstelsesgrad:

Ved at sammenholde kortlaget "Bluespot 2016" med "Befæstelsesgrad" kan det give en fornemmelse af, hvor vandet samler sig, og ikke kan sive ned i jorden grundet befæstelsen. I finder "Befæstelsesgrad" i menuen under "Nedbør". Skriv en liste med steder der ud fra kortene kan være udsatte. Klassen kan eventuelt dele lokalområdet op, så hver gruppe kigger på forskellige områder.



**Step 2: Gå ud i jeres lokalområde og undersøg**

I skal nu ud og undersøge, hvordan jeres område i virkeligheden er stillet overfor en oversvømmelse. Gode overvejelser I kan gøre når I er ude og se på jeres område:

- Er området lavtliggende? Hvis ja, tror I at vand fra området omkring vil strømme hertil når det regner?
- Hvordan er belægningen?
- Er der et afløb i nærheden?
- Er området udsat som forventet?
- Hvis området oversvømmer, hvad ville blive påvirket? Huse, veje eller andet?

Tag billeder af de områder som I vil diskutere, når I kommer hjem.

**Step 3: Brainstorm og diskussion af ideer**

Når I er hjemme i klassen igen kan I arbejde med det I har set. Hvor i lokalområdet er der risiko for oversvømmelse? Er der gjort tiltag som kan afhjælpe problemet? Hvis ikke har I så forslag på hvad der kan gøres?

I kan eventuelt søge inspiration på disse sider, hvor der er planlagte projekter og projekter der allerede er udført: <http://www.laridanmark.dk/billedarkiv/31278>

Hvis I vurderer, at der ikke er nogle problemer i jeres område, skal I diskutere hvorfor der ingen problemer er.

**Step 4: Snak om idéer plenum**

Hver gruppe fremlægger deres billeder og ideer for resten af klassen. Her kan de andre grupper komme med spørgsmål og eventuelt bygge videre på jeres idéer.



Kapitel 3 - Elevvejledning

# Den lange vej fra sygdom til medicin



## Øvelse 3.1: Hvorfor er alle lægemidler ikke piller?

### Beskrivelse

I denne øvelse kan du se, hvordan enzymer fra frugt kan nedbryde proteiner.

### Materialer

- Æggehvider (protein)
- 1 skive kiwi/ananas (enzym)
- Gulerod (indeholder ikke protein)
- 3 glas
- En lille skål
- En kniv
- Et skærebræt
- Papir til noter

### Oplæg

De fleste lægemidler kan sluges som en pille, men nogle lægemidler vil blive nedbrudt af fordøjelsessystemet, inden de når ud og gør gavn i kroppen.

Ananas og kiwi indeholder enzymer, der kan nedbryde proteiner. Enzymet i kiwi hedder actinidin og enzymet i ananas hedder bromelin. Fordi de begge kan nedbryde proteiner indgår de i gruppen af enzymer, der kaldes proteaser. Vi har også mange proteaser i vores fordøjelsessystem, som nedbryder de proteiner vi spiser, så de kan optages og indgå i vores stofskifte.

Nogle lægemidler er også proteiner. Det gælder for eksempel insulin. Det gør det til en udfordring at få lægemidlet ind i blodbanen uden at blive nedbrudt. Ved insulin bliver man derfor nødt til at få en indsprøjtning med insulin.

For at illustrere, hvad der sker med insulin, hvis det kommer gennem fordøjelsessystemet, kan du prøve denne øvelse. Her er æggehviden, som indeholder protein, insulinen og kiwi og ananas er enzymerne fra din fordøjelse.

Der indgår også gulerod i øvelsen, men gulerod indeholder ingen proteiner og virker derfor som kontrol.

Du kan også mærke enzymernes effekt, når du spiser kiwi og ananas. Hvis du spiser flere stykker af frugterne og de ikke er af en særlig sød sort vil du kunne mærke at du bliver ru og måske også øm i munden fordi enzymerne nedbryder det overfladen af din mund.

### Sådan gør I

1. Skær en skive ananas.
2. Kom ananasskiven i et bæger.
3. Åben et æg i en skål og adskil æggehviden fra blommen.
4. Kom noget af æggehviden oven på ananasskiven i bægeret (et godt lag, der dækker hele skiven).
5. Skær nogle skiver gulerod.
6. Kom gulerodsstykkerne i det andet bæger.
7. Gentag trin 4 (muligvis også trin 3, hvis ikke der er nok æggehvide) med det andet bæger.
8. Lad bægerne hvile i 1 time i køleskabet.
9. Skriv dine observationer ned. Hvad er der sket med æggehviden i bægeret med ananas-skiven i forhold til æggehviden i bægeret med gulerodsstykkerne? Hvad fortæller dine observationer om insulins vej igennem mavesækken, hvori der findes proteaser?

## Øvelse 3.2: Hvorfor er alt medicin ikke piller?

### Beskrivelse

I denne øvelse kan du se, hvordan enzymer fra vores fordøjelse kan nedbryde proteiner og hvad det betyder for nogle typer lægemidler.

### Baggrund

Kapitel 3: Afsnit 3.0

### Oplæg

Har du undret dig over, hvorfor nogle lægemidler kan sluges som pille eller drikkes som mikstur, mens andre gives med en sprøjte? I dette forsøg vil du undersøge, hvorfor alle lægemidler ikke kan gives som piller eller miksturer. Vi bruger insulin som eksempel.

#### *Sukkersyge og insulin*

Personer med sukkersyge af type 1 producerer ikke hormonet insulin og skal derfor have det tilført i forbindelse med måltider. Insulin fungerer som en nøgle, der lukker sukker fra blodet ind i dine celler. Den åbner celler op, så de kan optage sukker og omdanne det til energi. Insulin er altså livsvigtig for dig for at overleve. Som det er nu, har personer med sukkersyge brug for en indsprøjtning med insulin for at fungere. Men hvorfor skal insulinen sprøjtes ind i stedet for at blive slugt som en pille?

Hormonet insulin er et stort protein, så hvis du tog insulin som pille vil det, ligesom proteinerne i din mad, blive nedbrudt i dit fordøjelsessystem, før den når blodbanen. Insulinen vil altså aldrig nå ud og gøre gavn ved alle dine celler.

Proteiners funktion er meget afhængig af deres 3D-struktur (tredimensionelle struktur), så når den bliver ændret af syre eller enzymer, ja så har proteinet mistet sin funktion. Sagt på en anden måde: Proteiner er som nøgler - deres præcise form afgør, om de kan udføre deres opgaver

#### *Proteaser og deres funktion*

Det som nedbryder insulinen i fordøjelsessystemet er dels den sure mavesyre og dels enzymer der "klipper" proteiner i småstykker, så vi kan optage dem. Enzymer, der nedbryder proteiner kaldes proteaser.

I denne øvelse skal du arbejde med protein fra gelatine og proteaser i pulverform. Du vil kunne se, hvordan proteaserne nedbryder proteinet.

### Materialer

- Gelatine (10 blade husblas)
- To bageforme
- Madlavningsolie
- Køkkenrulle
- Målebægre (1 liter)
- Gaffel
- Vand (varmt vand)
- Frugtfarver (rød og en anden farve)
- Kniv
- Lineal
- Spatel
- Skærebræt
- To brede glas eller beholdere
- Protease (to teskeer)
- En eller to beholdere til protease-opløsningen
- Ske
- Ur eller timer
- Journal

**Sådan gør I**

Inden I går i gang kan det være en god ide at se den lille film om fremgangsmåden.

Eksperiment: Gelatine og Protease Enzymer (Video)

Først forberedes geleen. Den skal bruges til at fremstille små forme, som skal modellere Insulin.

- 1) Du skal bruge de to bageforme. Start med at smøre dem ind med lidt fedtstof. Det vil gøre det lettere at få geleen ud af formene.
- 2) Kom ca. 250 ml (svarende til et krus) vand i et stort målebæger og tilsæt få dråber af en frugtfarve (farven må ikke være rød).
- 3) Læg 10 blade gelatine i det farvede vand. Lad dem hvile i cirka et minut.
- 4) Opvarm 3 krus vand til kogning i ventetiden.
- 5) Hæld det varme vand til den opløste gele.
- 6) Omrør, indtil alt gelatinen er opløst.
- 7) Hæld denne varme blanding ligeligt i de to bageforme.
- 8) Lad blandingen køle af til den bliver fast. (køleskab i mindst en dag).

**Anden del:**

1. Nu skal geleen ud af formene og over på et skærebræt. Læg eventuelt et skærebræt oven på formen og vend den rundt, så geleen falder ned på skærebrættet.
2. Brug en lineal og en kniv til at afmåle og skære små stykker (1x2 cm) af geleen. Disse stykker skal være en model for insulin.
3. I skal nu lave et glas vand, der ligner blod og et der illustrerer mavesaft.
4. "Blod": Hæld vand i et glas. Gør vandet rødt med få dråber af den røde frugtfarve, så det ligner blod.
5. "Mavesaft" fyldt med proteaser:
  - a) Kom to teskeer proteasepulver i det andet glas og fyld efter med vand.
  - b) Tilføj 1 kop vand og rør grundigt.
  - c) Noget protease-pulver vil synke til bunden. Det er ok.
6. I har nu en kop med "blod" og en kop med "mavesaft".

Hvad sker der med "insulinen", når den kommer ned i enten "blod" eller i "mavesaft"?

1. Placér 3-5 stk. insulin i "blodet".
2. Placér 3-5 stk. insulin i "mavesaften".
3. Lad dem hvile i en halv time ved stuetemperatur.
4. Lav i ventetiden en tabel, hvor du kan notere, hvad der er sket med "insulinstykkerne" efter den halve time.
5. Efter den halve time skal du bruge en ske til forsigtigt at opsamle insulinen fra blodet. Afmål hver "insulin" med en lineal og afgør om de stadig er 1x2 cm. Noter dine observationer i din tabel.
6. Gentag trin 5 for "insulinen" i mavesaften. Noter dine observationer i din tabel.
7. Kan I se nogen forskel på de to behandlinger af den kunstige insulin?
8. Hvad betyder jeres observationer for muligheden, for at indtage insulin som en pille i stedet for som indsprøjtning?

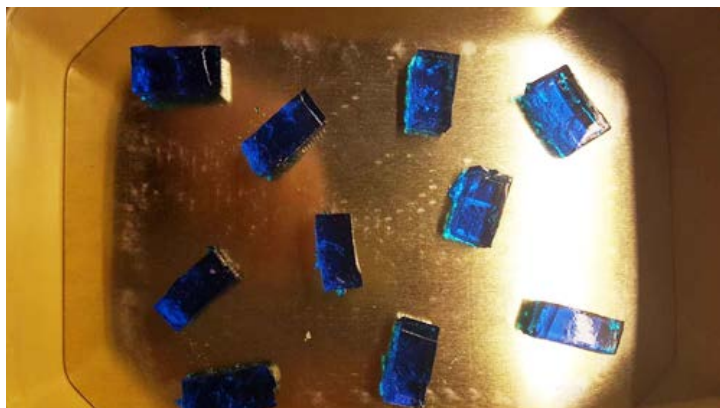
## Billeder til forsøg 3.1



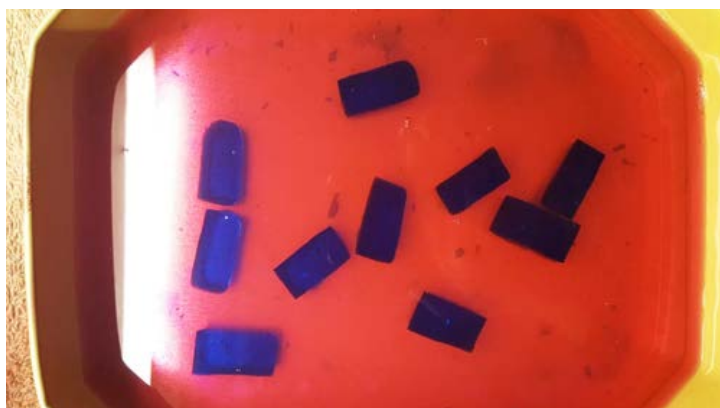
Klar gele.



10 "insulinstykker".



Hhv. rødt vand og protease-opløsning hældt over "insulinstykker".





*Ved slut (efter en time) - det ses, at "insulinstykker" i protease-opløsningen er blevet tydeligt formindsket i størrelse:*



### Øvelse 3.3: Stoffers opløselighed – kan du opløse M&Ms i vand?

#### Beskrivelse

I denne øvelse kan du på en sjov måde se, at der er forskel på stoffers opløselighed i vand.

#### I skal bruge

- En pose M&Ms
- Koldt vand
- Madolie
- En tallerken eller skål
- Et mobilkamera

#### Oplæg

En M&M består af tre lag, et ydre farvet sukkerlag, et indre ikke-farvet sukkerlag og selve chokoladelaget. Opløseligheden af det yderste farvede lag afhænger en hel del af hvilken farve, og derved præcist hvilket farvestof, det er.

Chokoladen, som er inderst indeholder fedt fra olier og kakao og er derfor ikke opløselig i vand.

#### Sådan gør I

Først skal I lægge en enkelt M&M i bunden af skålen. Hæld forsigtigt koldt vand i skålen til M&M'en er dækket.

I skal nu holde øje med forsøget og beskrive, hvad I ser. Tag gerne et billede med jævne mellemrum:

---

---

---

---

Beskriv nu med jeres egne ord, hvad I tror, der er sket med M&M'en:

---

---

Hvor mange lag kan I se i M&M'en:

---

Gentag nu forsøget, men hæld denne gang madolie over M&M'en i stedet for vand.

Hvad sker der nu med M&M'en:

---

Hvad fortæller de to forsøg om forskellen på farvestoffets opløselighed i vand og i olie:

---

---

I skal nu prøve om I kan se forskel på de forskellige farver, det er nemlig ikke sikkert, at de forskellige farvestoffer har den samme opløselighed i vand. Læg så mange forskellige farver du kan skaffe rundt langs kan-

ten af skålen eller i et flot mønster. Hæld nu meget forsigtigt vand i skålen, I skal hælde langsomt nok til ikke at flytte rundt på jeres M&Ms, men hurtigt nok til at være færdige før M&M'erne begynder at gå i opløsning.

Hold øje med forsøget og beskriv, hvad I ser, tag gerne billeder undervejs:

---

---

---

---

Lav en liste over hvilke farver, der opløses hurtigst (skriv den hurtigste farve først på listen og den langsomste farve sidst). Sammenlign med de andre grupper og se om I er enige:

Hurtigst

---

---

---

---

## Øvelse 3.4: Syre eller vand – optages din medicin i maven eller i tarmen?

### Beskrivelse

I denne øvelse kan du undersøge, at nogle stoffer opløses i rent vand, mens andre stoffer kun opløses, hvis der også er en syre til stede.

### I skal bruge

- Kalk; det kan for eksempel være æg, strandskaller eller kridt
- Køkkensalt i store krystaller
- Vand
- Eddike
- Mindst 4 gennemsigtige glas

### Oplæg

Når man udvikler nye lægemidler er det meget forskelligt, hvor i kroppen det vil være bedst at optage det. Nogle lægemidler skal helst afleveres i næsen, huden eller øjnene. Typisk for at behandle og lindre disse steder. Rigtig mange midler kommer som piller, der skal sluges og derfor ender i mavesækken. Hvis man gerne vil producere et middel, som virker meget hurtigt - det kan for eksempel være en hovedpinepille - vil det være en fordel at pakke lægemidlet ind i en pille, som nemt opløses i maven. Hvis pillen så ovenikøbet ikke kan opløses i vand, opnår man en pille, som virker hurtigt, men samtidig er nem at pakke ud og sluge i et glas vand uden at den opløses og smager grimt i munden. Omvendt er der også mange lægemidler, som helst skal afsættes langsomt over lang tid, så man ikke skal tage dem så ofte. Sådant et middel skal helst pakkes ind, så det overlever turen gennem maven, men til gengæld opløses løbende på den lange tur gennem tarmen. Men kan man bestemme, hvornår i fordøjelsen, at en pille opløses, så det aktive stof kommer ud? Ja, der findes faktisk en lang række stoffer, som ganske vist er opløselige i vand, men som ikke opløses hurtigere i mavens syre. Langt hen ad vejen handler det altså om at pakke sin medicin tilstrækkeligt ind, så stoffet ikke når at blive frigivet fra pillen, inden det er klart til at blive optaget i blodbanen. Hvis man pakker sin pille ind i et passende tykt lag af sådan et stof vil noget af beskyttelseslaget stadig være tilbage, når pillen når frem til tarmen.

I denne øvelse vil vi se de to typer i praksis, som et eksempel på et stof, som nedbrydes hurtigt i maven, vil vi bruge kalk, som faktisk også bruges til mange piller i virkeligheden. Som eksempel på et stof som nedbrydes lige hurtigt i en syre og i vand bruger vi i dette eksempel køkkensalt. Køkkensalt bruges ikke som indpakning til virkelige piller, men opløses på samme måde, som de stoffer der faktisk bruges.

### Sådan gør I

#### *Salt*

Først skal I gøre to glas med salt klar:

Fyld et glas halvt op med eddike og et andet glas halvt op med vand. Tag så to saltkrystaller og put en ned i hvert glas.

Vent lidt og beskriv så, hvad I ser ske i de to glas:

Glasset med vand og salt: \_\_\_\_\_

Glasset med eddike og salt: \_\_\_\_\_



Dette skyldes at salt er opløseligt i almindeligt vand, og da lagereddike består hovedsageligt af vand, er salt også opløseligt i eddike.

Prøv nu langsomt at komme mere salt ned i begge væsker. Kom hele tiden lige meget i begge glas og rør rundt undervejs.

Hvilket glas kan optage mest salt før I ikke kan opløse mere: \_\_\_\_\_

Hvis I har været meget grundige, bør I komme frem til, at der kan opløses en lille smule mindre salt i eddiken, kan I forklare hvorfor det er sådan?

\_\_\_\_\_

### Kalk

Først skal I klargøre de to glas med kalk, ved at fylde det ene glas halv med vand og det andet halvt med eddike. I skal nu lægge kalk ned i begge glas, tag først to hele stykker kalk og læg et stykke i hvert glas.

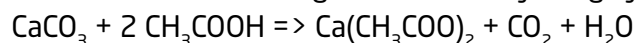
Vent lidt og beskriv derefter, hvad ser I ske i de to glas:

Glasset med vand og kalk: \_\_\_\_\_

Glasset med eddike og kalk: \_\_\_\_\_

Vi ser altså at kalk reagerer med eddike, men ikke med vand. Kalk er faktisk opløseligt i vand, du har sikkert hørt, at der er kalk i vand fra vandhanen, men det går meget langsomt, og vandet kan kun optage meget lidt kalk før det er mættet.

Eddiken er i modsætning til vandet en syre, og syren og kalken laver en kemisk reaktion:



$\text{CaCO}_3$  kaldes også Calciumcarbonat og er hovedbestandelen i de fleste kalkforbindelser.

$\text{CH}_3\text{COOH}$  er eddikesyre, som er det stof der gør eddike surt.

Disse to stoffer reagerer kemisk og danner:

$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  - Calciumacetat som er stof der let opløses i vand

$\text{CO}_2$  er som I nok ved en gas - det er den du ser boble i væsken

$\text{H}_2\text{O}$  ved I sikkert allerede godt er almindeligt vand.

Der er altså ingen af de tre stoffer, som er synlige i væsken, og hvis I lader kalken blive længe nok i eddiken vil den efterhånden forsvinde helt, med mindre I løber tør for eddike i glasset før kalken er væk.

Tag nu en lille film af glasset, for at dokumentere hvor hurtigt det bobler.

Hvad kunne I lave om på forsøget for at få reaktionen til at gå hurtigere?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Prøv nogle af jeres forslag og se om det virker, I kan sammenligne reaktionshastigheden ved hver gang at lave en film af boblerne.

## Øvelse 3.5: Hvad bliver dit blodsukker efter en cola?

### Beskrivelse

I denne øvelse skal du undersøge, om dit og din klassekammerats blodsukker stiger og falder på samme måde, efter at I har drukket en cola.

### I skal bruge

- To elever som har nogenlunde samme vægt og størrelse
- "Prikker" til at lave et lille hul i fingeren
- Blodsuktermåler
- Fire gange 0,5 L cola
- En løb-bar strækning. Kunne være i skolegården eller på en græsplæne.

### Oplæg

Dit blodsukker stiger efter, at du har drukket sodavand. Det falder ret hurtigt igen, når din bugspytkirtel udskiller insulin. Hvor hurtigt og hvor meget dit blodsukker stiger og falder er dog ikke helt ens fra person til person. Der er mange forskellige parametre, der påvirker reguleringen af blodsukkeret efter et måltid eller noget meget sukkerholdigt som en cola. Reguleringen afhænger blandt andet af alder, muskelmasse, stofskifte, cellernes vandindhold og hvor fysisk aktiv du er umiddelbart efter du drukket colaen.

I dag skal du se om der er forskel på hvordan du og din klassekammerats blodsukker påvirkes af at drikke en cola. Reagerer I ens?

### Sådan gør I

Dette eksperiment skal udføres over to dage.

#### Dag 1:

Den første dag skal der udvælges to testpersoner blandt klassens elever. De to testpersoner må ikke have spist i 5 timer **før** eksperimentet starter, da dette vil påvirke blodsukkerniveauet. En ide kunne være at møde op i skole uden at have spist morgenmad og udføre undersøgelsen i den første time.

- 1) Begynd med at måle jeres blodsukker.
- 2) Blodsuktermåleren gøres klar ved at indsætte papirstripsen i maskinen. Testpersonerne skal måle deres blodsukker ved at prikke et lille hul på fingeren med prikkeren. Man trykker den første dråbe blod ud og tørrer den væk, da det er dråbe nummer to, der skal sættes på papirstripsen.
- 3) Sæt papirstripsen med blod på ind i maskinen og aflæs tallet i displayet.
- 4) Skriv værdien ned.
- 5) Herefter skal hver testperson drikke en halv liter sodavand. Undervisningen kan nu fortsætte som normalt og testpersonerne skal begge sidde stille. Efter 20 min skal der igen tages en blodsuktermåling og gerne en gang mere efter yderligere 20 min. Med disse målinger kan det ses, hvor forskelligt jeres kroppe reagerer på sukker.

#### Dag 2:

De samme to testpersoner måler deres blodsukker på samme måde som på dag 1, men denne gang skal testpersonerne ud at løbe efter, at de har drukket den halve liter cola.

- 1) Begynd med at måle jeres blodsukker.
- 2) Blodsuktermåleren gøres klar ved at indsætte papirstripsen i maskinen. Testpersonerne skal måle deres blodsukker ved at prikke et lille hul på fingeren med prikkeren. Man trykker den første dråbe blod ud og tørrer den væk, da det er dråbe nummer to, der skal sættes på papirstripsen.

- 3) Sæt papirstripsen med blod på ind i maskinen og aflæs tallet i displayet.
- 4) Skriv værdien ned.
- 5) Herefter skal hver testperson drikke en halv liter sodavand.
- 6) Nu skal testpersonerne ud og løbe i 10 min, hvor de løber ved siden af hinanden for at sikre, at de løber lige langt.
- 7) Godt tilbage i klassen måler testpersonerne igen deres blodsukker.

### **Opfølgning**

- 1) Var testpersonernes blodsukker ens om morgenen?
- 2) Havde den enkelte testperson samme blodsukker på dag 1 og 2?
- 3) Steg blodsukkeret lige meget hos begge testpersoner efter at have drukket en cola?
- 4) Hvordan reagerede blodsukkeret på løbeturen på dag to i forhold til at sidde stille som på dag 1 efter at have drukket en cola?

## Øvelse 3.6: Magnetiske bakterier til undsætning mod kræft

### Beskrivelse

I denne øvelse skal du finde magnetiske bakterier i en lokal sø. Bakterier, som forskere mener kan bringe kræftmedicin mere præcist frem til der, hvor det skal behandle inde i patienten.

### I skal bruge

- Stor spand
- Indsamlingsbeholder
- Røre pind
- Silikonfedt
- Pipette
- Mikroskop med slides
- Neodymium magneter
- Gummistøvler

### Oplæg

I denne øvelse vil du blive præsenteret for princippet om, hvordan man, muligvis kan bruge magnetiske bakterier til at bekæmpe kræft.

I naturen findes der en gruppe bakterier, som er specialister i at danne meget små jernkrystaller, kaldet magnetit. Jernkrystallerne ligger på én linje inden i bakterien. Bakterien har dermed en syd- og nordpol, der gør dem i stand til at følge jordens magnetfelt. På den måde kan de "føle", hvad der er op eller ned, når de bevæger sig rundt i en sø- eller havbund. Bakterierne bruger deres magnetiske egenskaber til at finde retningen nedad. Det kan nemlig være svært at finde ud af, hvad der er op og ned, når man er en lille bakterie i en mudret søbund. Bakterierne vil gerne ned i de lag af sø- eller havbunden, hvor der er iltfattigt. Mange forskere er blevet opmærksomme på disse bakterier og kan se deres evne brugt i andre sammenhænge. Blandt andet til at levere medicin til det helt rette sted i kroppen. Ved at fylde bakterierne med medicin og udnytte deres evne til at følge et magnetfelt, forsøger man at guide bakterierne hen til tumoren ved at konstruere et magnetfelt omkring patienten, som peger dem i den rigtige retning. Når først bakterierne er fremme ved tumoren, kan man udnytte, at de også er dygtige til at finde iltfattige områder, til at få bakterierne til at søge dybt ind i tumoren og aflevere medicinen der, hvor den gør maksimalt skade på tumoren og minimal skade på resten af kroppen.

Se også denne film om magnetiske bakterier:

<https://www.youtube.com/watch?v=IAVedThTtNY&t=10s>

### Sådan gør I

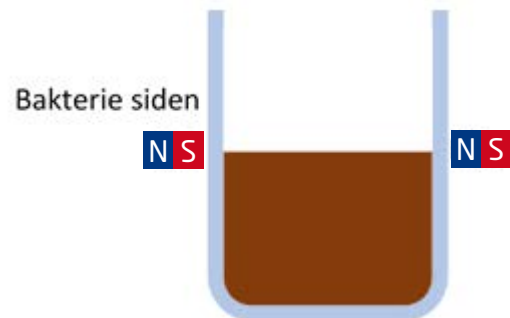
Se gerne denne film først:

<https://www.youtube.com/watch?v=R0puMyeFAKw&t=253s>

- 1) I skal ned og have noget mudder fra en lokal sø. Det bedste sted at finde bakterierne er i de øverste centimeter af blødt mudder, hvor der ikke er meget sand, sten eller blade. Der skal samles omkring 10 spande blødt mudder fra forskellige steder omkring vandløbet, så det er en god ide at arbejde sammen i klassen.
- 2) Tag mudderet med hjem til klasselokalet og hæld det i den store spand. I skal sætte et låg eller hus-holdningsfilm på toppen af spanden for at forhindre, at vandet fordamper. Nu skal I lade spanden stå i 7 dage, så der kan opformeres flere bakterier.

EFTER 7 DAGE:

- 3) Nu er det tid til at finde de magnetiske bakterier. Placer en kraftig magnet uden på glasset, lige over kanten, hvor muddret og vandet mødes. I kan holde magneten i den rigtige højde ved at lægge nogle bøger under, som magneten kan ligge på.



- 4) På den modsatte side af glasset placeres endnu en kraftig magnet. Den skal sidde i samme højde som den første magnet, men med modsat pol mod glasset.
- 5) Rør mudderblandingen rundt og lad den derefter stå i 60 min. Hvis der er mange bakterier vil der samle sig en hvid plet, ud for magneten - det er de magnetiske bakterier!
- 6) I skal nu til at kigge på bakterierne i mikroskop.
- 7) Klargør et objektglas ved at lægge en cirkel med silikonefedt, på størrelse med en 1'krone. Dette former et bassin til jeres bakterier.
- 8) Sug forsigtigt bakterierne op i en pipette. Forsøg at få så mange bakterier som muligt med. Jo mere mudder-grums, der kommer med i pipetten og ned på objektglasset, jo sværere bliver det at se bakterierne i mikroskopet.
- 9) Bakterierne skal sprøjtes ned i "bassinnet", på objektglasset. I skal nu sætte en magnet tæt på bassinnet i omkring 5 min. Dette vil samle bakterierne til den side magneten ligger.
- 10) Efter 5 min, sug det meste af det overskydende vand fra bassinnet. Dette skal gøres på den modsatte side af bassinnet i forhold til, hvor magneten var placeret.
- 11) Placer et nyt objektglas over bassinnet. Nu er alt klart til, at bakterierne kan observeres under et mikroskop.
- 12) Forsøg at holde en kraftig magnet forskellige steder rundt om bakterierne. I vil kunne se at de bevæger sig i forhold til hvor magneten er placeret og hvilken vej magneten vender.



Kapitel 4 - Elevvejledning

# Medicinsk billeddannelse - stiller skarpt på din sygdom og behandling

## Øvelse 4.1: Du er, hvad du spiser – nu med billeddannelse

### Baggrund

Kapitel 4

Afsnit om MR og røntgen.

### Beskrivelse

I denne øvelse skal I bruge jeres sanser til at undersøge kroppens forskellige væv. I skal kigge på, mærke på og skære i et stykke kød. Det er selvfølgelig ikke kød fra et menneske, men et stykke kød fra koens ben (Osso Buco). Selvom kødet ikke er fra et menneske, er vævets opbygning meget ens.

Øvelsen er delt op i fire dele:

- Kroppens opbygning.
- Røntgenbilledet og densitet
- MR-billedet og vand- og fedtindhold
- Opsummering

### Del 1: Kroppens opbygning

#### Baggrund

Din krop består af mange forskellige væv. Hver vævstype er opbygget forskelligt og kan forskellige ting. Du kan mærke, at knoglevæv er hårdt, muskelvæv er elastisk, sener er glatte, og fedtvæv er blødt. Det skyldes, at de alle er opbygget forskelligt og indeholder forskellige mængder vand, fedt, proteiner og mineraler. Forskellen i opbygning gør, at vi kan lave billeder af kroppens indre og genkende de forskellige dele.

#### Formål til deløvelse 1

I skal blive bekendt med de typer væv, der er i et stykke Osso Buco. Det skal I gøre ved hjælp af jeres hænder og øjne.

#### I skal bruge:

- 1 stk Osso Buco
- 1 skalpel eller skarp kniv
- Skærebræt
- Eventuelt handsker

#### Sådan gør I

1. Kig på dit stykke kød. Hvor ser du muskel-, sene-, knogle- og fedtvæv?

---

---

---

2. Skær kødet ud

- Find et område med muskel og skær så stort et stykke du kan uden at få fedt eller andre dele med (for eksempel 5x5 cm).
- Skær marven ud af knoglen. Vær forsigtig, den skal ud i et sammenhængende stykke.
- Skær knoglen fri for muskler osv. Man kan med fordel overhælde den med kogende vand.

3. Hvilket stykke, tror du, har den højeste densitet? Hvilket stykke har den laveste?

---

---

4. Hvilket stykke, tror du, indeholder mest vand? Hvilket stykke indeholder mindst?

---

---

5. Hvilket stykke, tror du, indeholder mest fedt? Hvilket indeholder mindst?

---

---

## Del 2: Røntgenbilledet og densitet

### Baggrund

Røntgenstråler er elektromagnetisk stråling uden for det synlige område. Røntgenstråling har den egenskab, at den kan trænge gennem andre materialer, end synligt lys kan, eksempelvis kan røntgenstråling trænge delvist gennem menneskekroppen. Hvor meget af strålingen, der stoppes af vævet, afhænger af, hvilket materiale strålingen rammer. Knogler stopper strålingen mere end muskler, sener og fedt gør. Som tommelfingerregel gælder det, at jo større densiteten af et materiale er, jo mere stopper det strålingen.

Røntgenbilledet dannes af den stråling, som kommer gennem objektet og rammer filmen nedenunder. Filmen er sort, og bliver lys de steder strålingen rammer. Eftersom knogler standser strålingen, bliver filmen ikke lys, der hvor der knogle. Det betyder, at billederne i virkeligheden viser knoglen som sort og andet væv som lyst. I praksis har man dog altid vist røntgenbilleder omvendt, så knoglen er hvid på billedet.

Et materiales evne til at standse røntgenstråling afhænger som sagt af densiteten. Densitet kan bestemmes ud fra vægt og rumfang. Det er svært at måle rumfanget af for eksempel en knogle med en lineal. I stedet kan man finde rumfanget ved at nedsænke knoglen i vand og se hvor meget vandstanden stiger.

### Formål med 2. deløvelse

I dette forsøg skal I bestemme densiteten af de tre forskellige stykker væv, I har skåret ud i del 1. I skal derefter bruge jeres resultat til at forudsige, hvordan et røntgenbillede af din Osso Buco ser ud.

### I skal bruge

- 3 stykker udskåret kød fra del 1 (Knogle, muskel og marv)
- Vægt
- Målebæger (lille - ca. 100 mL)
- Målebæger (stor - ca. 250 mL). Gerne med mere end 25mL inddeling på skalaen

### Sådan gør I

1. Vej de 3 stykker kød hver for sig og noter deres vægt i tabellen nedenfor.

2. Fyld et lille målebæger halvt op. Aflæs volumen i mL og noter i tabellen.

3. Læg muskelstykket derned. Aflæs den nye volumen i mL og noter i tabellen.

(Se eventuelt <https://www.youtube.com/watch?v=rOs3acfnLww> for en bekskrivelse af hvordan I måler densiteten).

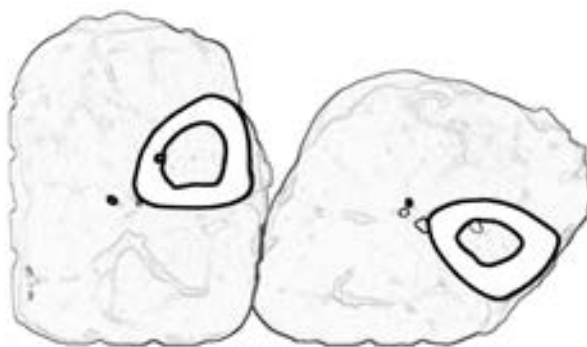


4. Beregn volumen af muskelstykket og noter i mL.
5. Omregn volumen i mL til rumfang i  $\text{cm}^3$ .
6. Beregn densiteten og noter i tabellen.  
*Tip: Densitet måles i enheden  $\text{g}/\text{cm}^3$ .*
7. Tøm målebægeret og gentag (a)-(d) med først marv og derefter knogle. *Husk: Brug et måleglas der er stort nok til, at hele knoglen kan blive dækket af vand.*

	Enhed	Muskel	Marv	Knogle
Vægt	G			
Volumen før	mL			
Volumen efter	mL			
Volumen kød	mL			
Rumfang	$\text{cm}^3$			
Densitet	$\text{g}/\text{cm}^3$			

8. Sammenlign dine resultater med dine gæt i del 1. Havde du ret?
- 
- 

9. Farvelæg billedet nedenfor med forskellige nuancer af grå som I vil forvente, at et røntgenbillede af en Osso Buco vil se ud.



### Del 3: Billeddannelse og vand- og fedtindhold

#### Baggrund

Udover de scannere I har læst om, findes der faktisk en række yderligere billeddannelsesteknikker. Et eksempel er en såkaldt DEXA-scanner, som blandt andet kan bruges til at måle, om ens knogler er sunde og til at måle fedtprocent og vandindhold i kroppen. I denne øvelse vil vi lave vores eget billede af vandindholdet i kroppen. Vi har dog ikke adgang til en DEXA-scanner, men laver i stedet målingen ved at koge vandet ud af vores Osso Buco.

#### Formål til deløvelse 3

I skal i dette forsøg undersøge hvor meget fedt og vand, der findes i de forskellige væv. Når I opvarmer vævet, vil vandet fordampe og fedtet smelte. I kan regne ud, hvor meget fedt og vand, der er smeltet og fordampet ved at veje vævet før og efter opvarmning. Ud fra dette kan I tegne et billede af vandindholdet i de forskellige typer væv.

**I skal bruge**

- 3 stykker udskåret kød fra del 1 og 2 (Knogle, muskel og marv)
- Vægt
- Mikrobølgeovn
- Tallerken
- Kop m. almindeligt vand
- Grydelapper

**Sådan gør I**

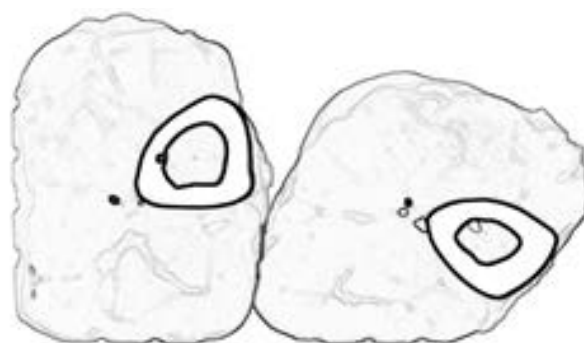
1. Vej muskel, marv og knoglestykket og notér vægten i tabellen nedenfor.  
Læg de tre dele på en tallerken i mikroovnen og placér en kop halvt fyldt med vand derinde.  
*OBS! Husk vandet. Mikrobølgerne afsættes i vandet og sikrer at ovnen ikke går i stykker!*
  - a. Tænd mikroovnen på højeste effekt i 5 min.
  - b. Skift vandet i koppen. *OBS! Tallerken, kop og vand bliver meget varm. Tag det ikke ud med fingrene!*
  - c. Tænd mikrobølgeovnen igen på højeste effekt i 5 min.
  - d. Tag de tre dele ud. Muskelstykket skal være helt hårdt, når I mærker på det. Hvis det ikke er hårdt, kan I give det hele et par minutter mere. Prøv også at lægge mærke til, om der ligger smeltet fedt under kødet, og hold på den måde øje med, om vægttabet primært skyldes tab af vand eller fedt.
2. Vej de tre stykker kød igen og notér vægten i skemaet.
3. Udregn den relative masseændring i procent:

$$\text{Vægt forandring} = \frac{m_{\text{før}} - m_{\text{efter}}}{m_{\text{før}}} \cdot 100\%$$

	Enhed	Muskel	Marv	Knogle
Vægt før	G			
Vægt efter	G			
Fordampet vægt	%			

4. Sammenlign dine resultater med dine gæst i del 1. Havde du ret?
- 
- 

5. Farvelæg billedet nedenfor med forskellige nuancer af grå, gør stykkerne med den største vægtændring mørkest. Angiv også på tegningen, hvor I så smeltet fedt under kødet. I har nu jeres egen scanning af indholdet i kødet.



**Del 4: Opsummering**

Sammenlign røntgen- og MR-billederne fra hjemmesiden. Hvilke detaljer kan du se på røntgenbilledet, som du ikke kan se på MR-billedet og omvendt? Overvej hvornår lægen vil bruge hvilket billede.

---

---

---

## Øvelse 4.2: Fra ekko til billede – medicinsk ultralyd

### Oplæg

Du er helt sikkert selv blevet kigget på med ultralyd. Det er dog mange år siden, dengang du stadig var inde i maven på din mor. Ultralyd er nemlig så sikkert, at man bruger metoden til at undersøge ufødte babyer. Ultralyd optages som små film, og man kan se babyens hjerte slå og bevæge sig.

Ultralyd er lydbølger, men svingningerne er så hurtige (over 20kHz), at det menneskelige øre ikke kan opfange det. Ultralydsbølger kan bevæge sig igennem alle materialer - både luft, vand og menneskekroppen. Når ultralydsbølgen rammer en overgang vil en del af den reflekteres, men en del vil fortsætte. Ligesom når du kigger ind i et vindue, vil du både kunne kigge igennem det, men også ofte se en refleksion af dig selv. Hvor meget der reflekteres afhænger af densitetsforskellen mellem de to materialer. En stor densitetsforskel vil reflektere meget af ultralyden, mens en lille densitetsforskel kun vil reflektere en lille del af ultralyden.

Du har sikkert prøvet at kaste en bold mod en væg og grebet den igen. Dette er et eksempel på refleksion. Bolden reflekteres på væggen, som ultralyden reflekteres fra materialeovergangen. I skal nu bruge bolden til at undersøge principperne bag ultralydsbilleder.

Når du står langt fra væggen, går der lang tid fra du kaster, til du griber bolden igen. Står du tæt på væggen, går der kort tid fra du kaster, til du griber bolden igen. Altså fortæller tiden mellem kast og greb noget om afstanden til væggen.

På samme måde bruger man tiden mellem at ultralydsbølgen udsendes, til refleksionen modtages til at bestemme, hvor i kroppen der er materialeovergange. Materialeovergange i kroppen er for eksempel fra muskel til knogle eller fostervand til babyens hud.

### Beskrivelse af øvelsesgang

Du skal arbejde med ultralyd gennem fire deløvelser:

- Del 1: Du skal undersøge, hvordan forskellige underlag får bolden til at komme tilbage med forskellig kraft. Det samme er tilfældet med ultralyd, som reflekteres forskelligt alt efter, hvad lyden støder på inden i kroppen.
- Del 2: I anden del af øvelsen skal du udforske, hvordan afstanden til overfladen påvirker refleksionen.
- Del 3: I tredje del af øvelsen undersøger du, hvad der afbilledes i et ultralydsbillede, og hvad der ses tydeligst.
- Del 4: Her får du mulighed for at kigge på rigtige ultralydsbilleder.

### I skal bruge

- Tennisbolde (mindst 2 per gruppe)
- Forskelligt underlag
- En stor tom væg
- Tommestok

**Sådan gør I**

Del 1: Undersøg refleksion fra forskellige underlag.

Gå på opdagelse på skolen og find forskellige underlag. Her er nogle eksempler, men find gerne på dine egne:

1. Overgang mellem luft og forskellige materialer giver forskellig refleksion.
  - a. Hårdt gulv (træ, beton, linoleum, fliser)
  - b. Tæppeprøver i forskellig tykkelse eller evt. flere lag
  - c. Tæppeprøve bagside (gummiagtigt)
  - d. Grus
  - e. Faldunderlag på legepladsen

Bolden slippes fra samme højde, eksempelvis fra 1.5 m. Hold øje med, hvor højt bolden hopper. Opstil de underlag du har prøvet i rækkefølge efter, hvor højt bolden hopper.

Del 2: Refleksion og afstandsbestemmelse.

2. Forsøgsgang:
  - a. Inddel jer i grupper af 3-4 elever og tag 2 bolde.
  - b. Find en stor og tom væg.
  - c. 2 elever stiller sig 2 store skridt fra væggen med hver sin bold. De andre er observatører.
  - d. De to elever foran muren kaster bolden mod muren. Der skal kastes med samme hastighed så begge kaster og modtager bolden på samme tid. Observatørerne tjekker, at dette er opfyldt. Optag eventuelt kastet på video.
  - e. Den ene elev træder endnu et skridt væk fra muren.
  - f. Kast nu boldene igen, med samme kraft som før. Hvem modtager bolden først?  
*Tip: Det er nemmest for observatørerne at se det.*
  - g. Træd endnu et skridt tilbage og gentag.
  - h. Hvor langt kan du komme væk fra væggen, før du ikke længere kan gribe bolden igen? Husk du skal kaste med samme kraft hver gang!

- i. Regneopgaver:

$$\text{hastighed} = \frac{2 \cdot \text{afstand}}{\text{tid}}$$

- i. Hvorfor er der et 2-tal i ligningen?
- ii. Nogen elever fra en anden skole udførte det samme forsøg. Elev A stod 1 m fra væggen og elev B stod 5 m fra væggen. De målte, at de begge kastede med en hastighed på 10 m/s.
  1. Hvor lang tid gik der fra elev A kastede bolden, til han/hun greb den?

2. Hvor lang tid gik der fra elev B kastede bolden til han/hun greb den?

---



---



---

iii. I ultralyd er det ikke en bold men en lyd, der kastes mod en overflade og kommer tilbage. Lyden bevæger sig med hastigheden 1540 m/s i kroppen. Der udsendes en lyd fra transduceren og samme transducer modtager lyden 0,0001s efter. Hvor langt væk er denne overgang, hvorfra lyden blev reflekteret?

---



---

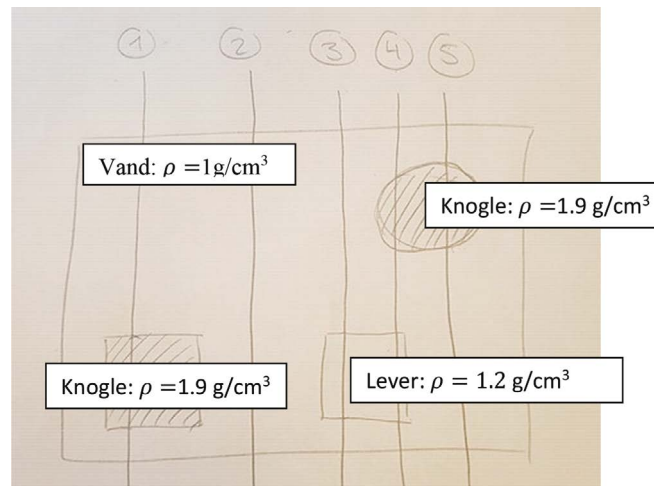


---

### Del 3: Hvad reflekterer ultralyden?

Du har nu lært om, hvordan man optager billeder med ultralyd. Principperne bag ultralyd kan opsummeres ved:

- En del af lyden reflekteres, når den møder en overflade mellem to materialer, men en stor del af lyden fortsætter igennem og kan møde nye overflader.
- Overgange med stor densitetsforskel mellem de to materialer giver meget refleksion, hvorimod overgange med lav densitetsforskel giver en lille refleksion.
- Jo længere ultralydsbølgen skal bevæge sig før den møder en materialeovergang, jo længere tid tager det.



- Marker på figuren hvor lyden reflekteres for de 5 linjer.
- Sammenlign linjerne - Hvor store er refleksionsbølgerne og hvilken refleksionsbølge modtages først?

1 og 5: \_\_\_\_\_

4 og 5: \_\_\_\_\_

3 og 1: \_\_\_\_\_

#### Del 4: Ultralydsbilleder i virkeligheden

De fleste babyer bliver ultralydsskannet, mens de er inde i deres mors mave. På den måde kan man på en helt ufarlig måde se, om babyen har det godt. En af ultralydsskanningens store fordele er muligheden for at optage bevægelser på små film.

Refleksionsbølgen fås ved overgange mellem to typer væv. Det ses tydeligt for hovedet, hvor hele hovedet ikke er hvidt, men kun er markeret ved et omrids.

På billederne nedenfor ses to forskellige babyer. De har det begge godt og hygger sig i sikkerheden inden i morens mave. Kan du se babyer? Kan du se hvad de laver?



## Øvelse 4.3: Hjælp kirugen

### Oplæg

En patient har fået skannet sit hoved, for at lægen kan finde et område med en knude. Knuden skal fjernes med en operation. Hjernen indeholder mange vigtige områder, og det er derfor vigtigt kun at fjerne det syge område. Men det kan være svært at kende forskel på raske og syge områder, og lægen bruger derfor mange år på at lære det. På den ene side skal man sikre sig, at hele det syge område fjernes, men fjernes for meget kan det have store konsekvenser for patienten.

Kanten mellem syge og raske områder er sjældent helt jævn. Det gør det vanskeligt at vurdere, hvornår det syge væv slutter, og det raske væv starter.

### Beskrivelse af øvelsen

Om lidt skal du selv prøve at finde en knude. Når du har genkendt knuden, tegner du omridset af den. Du kan dermed sammenligne dit bud på det syge område med dine klassekammeraters. Til sidst kan I sammenligne med lægens omrids. På den måde får du et indblik i, hvor svært det er at bestemme grænsen mellem raskt og sygt væv.

### I skal bruge

- Overstregningstusch
- Udprint af MR scanning
- Saks

### Sådan gør I

På udprintet skal du tegne omridset af, hvad du tror er omridset af knuden. Hvor går det syge væv til, og hvor starter det raske væv?

Klip nu det syge område ud.

Sammenlign dit udklip med de andre udklip i klassen. Har I fundet det samme område? Er de lige store?

Sammenlign nu med lægens. Har du fundet det samme område? Er de lige store?

Hvad kan konsekvensen være af, at fjerne det område du fandt i stedet for det lægen fandt?

## Øvelse: Diagnosticering del 2

### Oplæg

Som læge er din fornemmeste opgave, at vurdere om dine patienter er raske eller syge. Det er ikke altid let. Heldigvis kan billeddannelse hjælpe med at tage beslutningen.

En eventuel sygdom kan i nogle tilfælde findes tidligere ved hjælp af billeddannelse af kroppens indre. Det gør, at behandlingen kan starte tidligere. Tidlig behandling kan være med til at give et bedre udfald af behandlingsforløbet. Eksempelvis bruger man forskellige typer af billeddannelse ved mistanke om kræft, brækkede knogler, betændelse i kroppen, blodprop i hjernen, forkalkning af blodårer og meget andet.

Ofte har lægen en rettesnor, når han eller hun skal fortolke billeder. Dette kaldes for en reference. Hvis

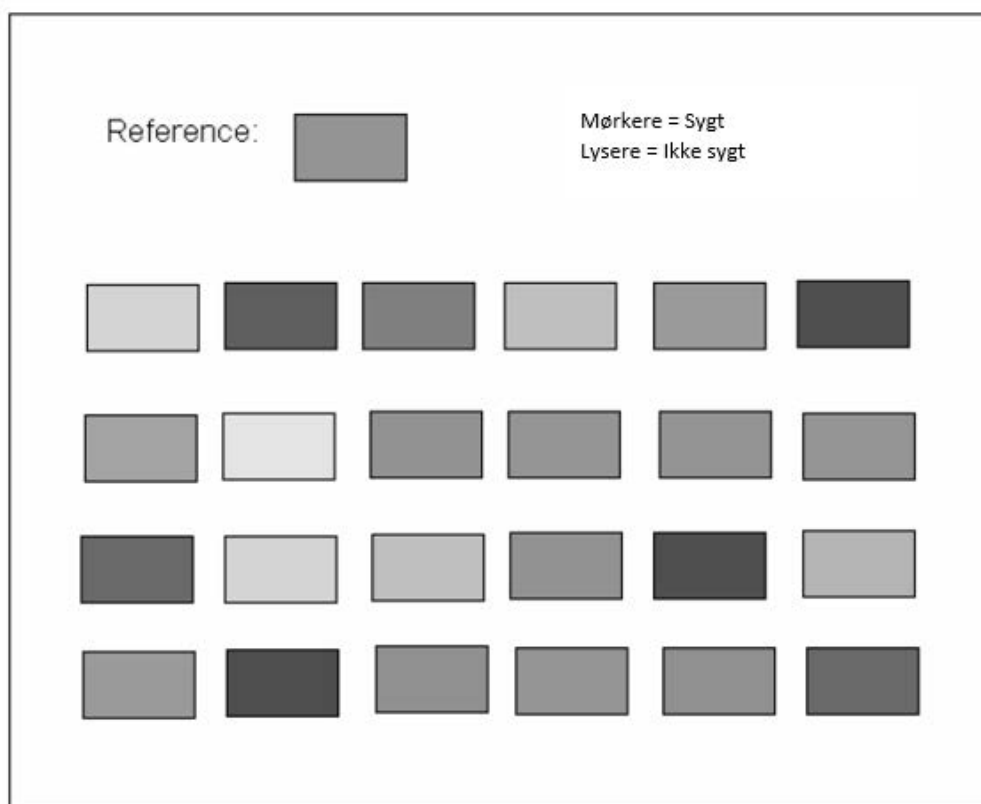


værdien er større end referencen tyder det på, at patienten er syg, men er værdien mindre end referencen tyder det på, at patienten er rask. Hvis værdien er i området omkring referencen, er det en gråzone og der er ikke et entydigt svar. I sådanne tilfælde kan det blive nødvendigt med yderligere tests.

### Formål

I denne opgave, er du lægen, der skal tage den vigtige beslutning. Du har fået resultaterne tilbage fra 24 patienter du har testet, og du skal nu afgøre hvilke patienter der er raske og hvilke der er syge.

Dette skal du gøre ud fra en reference. Referencen er vist i figuren nedenfor. Du skal vurdere om hver af de 24 firkanter, én for hver patient, er lysere eller mørkere end referencen. Hvis farven er mørkere tyder det på at patienten er syg. Omvendt, hvis firkanten har en lysere farve tyder det på at patient er sund og rask.



### Sådan gør I

- Brug referencen og skriv over hver firkant, om patienten er syg, rask eller om du er i tvivl.
- Hvor stor en procentdel, mener du, er raske?
- Hvor stor en procentdel, mener du, er syge?
- Hvor stor en procentdel er du i tvivl om?  
Du sammenligner dine resultater med en kollegas resultater. Kollegaen har fundet på en ny og bedre test. Han fortæller dig, at to af dine patienter, som du troede var raske faktisk er syge. Det kalder man en falsk negativ (FN) test.
- Hvad er problemet ved et falsk negativ svar?  
Kollegaen fortæller dig også, at tre af de patienter du troede var syge faktisk er raske. Det kalder man en falsk positiv (FP) test.
- Hvad er problemet ved et falsk positiv svar?
- Diskuter, hvorvidt det er værst med falsk positive eller falsk negative svar.

## Øvelse 4.4: Forstørrelse i Røntgen

### Beskrivelse

I denne øvelse kan du arbejde med, hvordan du får taget det bedste røntgenbillede. Du kan undersøge, hvad det betyder for billedet at røntgenkilden er langt fra den arm eller det ben, der skal tages et røntgenbillede af. I øvelsen bruger du en lommelygte til at illustrere røntgenkilden. Som arm eller ben bruger du et stykke firkantet pap. Når lommelygten lyser på papet dannes der skygger under det. Det er dit røntgenbillede.

Du skal bruge din viden om geometriske former. For eksempel ensvinklede trekanter. På den måde kan du regne ud, hvor meget skyggen er større end papstykket.

Du skal til sidst bruge denne viden til at bestemme den optimale placering af forskellige dele af kroppen i forbindelse med røntgen.

Øvelsen kan løses enten praktisk eller teoretisk. Alle resultaterne kan opnås praktisk ved brug af forsøgsopstillingen eller teoretisk ved viden om ensvinklede trekanter og isolering af ligninger.

### Baggrund

Røntgenstråler er elektromagnetisk stråling uden for det synlige område. Røntgenstråling har den egenskab, at den kan trænge gennem andre materialer, end synligt lys kan, eksempelvis kan røntgenstråling trænge delvist gennem menneskekroppen.

Røntgenbilledet dannes af den stråling, som kommer gennem objektet og rammer filmen nedenunder.

Filmen er sort og bliver lys, de steder strålingen rammer. Eftersom knogler bremser strålingen, bliver filmen ikke lys, der hvor der er knogle. Det betyder, at billederne i virkeligheden viser knoglen som sort og andet væv som lyst. I praksis har man dog altid vist røntgen billeder omvendt, så knoglen er hvid på billedet.

I denne øvelse skal vi undersøge, hvordan placeringen af røntgenkilden ændrer billedet. I stedet for røntgen bruges synligt lys og de skygger, der dannes.



En skygge ændrer størrelse alt efter, hvor objektet er placeret i forhold til lyskilden. Du har måske lagt mærke til, at din skygge ændrer størrelse og form, når du går under en lygtepæl. Først er skyggen stor og udstrakt, men jo tættere du kommer på lygtepælen jo mere mindre bliver den. Det samme gør sig gældende for røntgen.

### I skal bruge

- Trefod
- Lommelygte
- Pap/karton + saks
- Krokodillenæb
- Elastikker eller anden fastgørelsesanordning
- Lineal (min. 35 cm) - Helst tommestok
- Ternet papir (bruges som underlag)
- Lommeregner

**Sådan gør I**

1. Klip en firkant på 2 cm gange 2 cm i karton.
2. Opstil forsøget som på billedet, og placer firkanten i krokodillenæbbet.
3. Tænd lampen.
4. Indstil lampen så den er 20 cm over papiret. Indstil firkanten så den er 7 cm over papiret.
5. Mål den lange side af skyggen på papiret og angiv den i tabellen.
6. Gentag forsøget med en firkant på 4x4 cm.
7. Gentag begge forsøg efter at have hævet lampen til 35 cm over papiret.

Sidelængde		
	20 cm mellem lampe og papir	35 cm mellem lampe og papir
Firkant: 4x4 cm		
Firkant: 2x2 cm		

Beregn forstørrelsesfaktoren ved at dividere størrelsen af skyggen med størrelsen af papfirkanten.

Forstørrelsesfaktor		
	20 cm mellem lampe og papir	35 cm mellem lampe og papir
Firkant: 4x4 cm		
Firkant: 2x2 cm		

8. Når lampens højde er 35 cm og firkanten 7 cm over underlaget, hvad er afstanden mellem lampe og firkant?

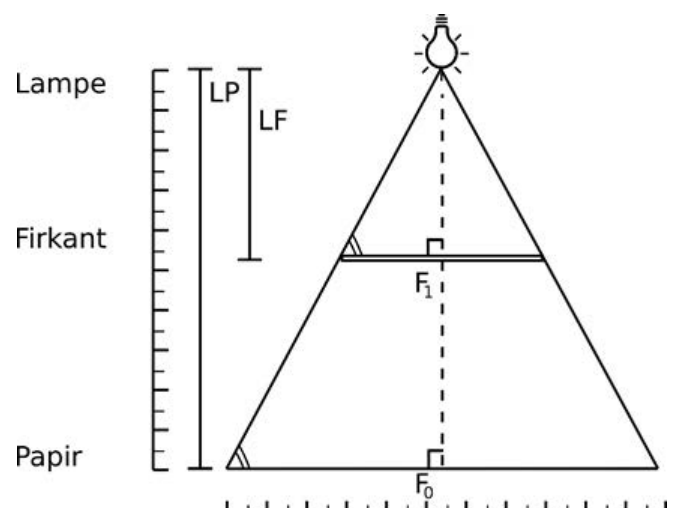
9. Del lampens højde med det tal du lige har fundet.

10. Hvor har du set det tal før?

11. Du har nu fundet ud af, at forstørrelsesfaktoren også er givet ud fra lampens og firkantens placering

$$k = \frac{F_0}{F_1} = \frac{LP}{LF}$$

Tjek at det også passer, når der er 35 cm mellem lampe og underlag.



**Spørgsmål**

I hvilken højde skal du placere lampen for at et objekt med sidelængde på 4 cm får en skygge på 5 cm, når det er placeret 2 cm over underlaget?

---

*Tip: Du kan udregne det ved at opsætte en ligning hvor  $x=LP$  og derefter tjekke om det passer i forsøgsopstillingen.*

**Find størrelsen af ukendt objekt**

Klip nu en firkant af ukendt størrelse. Ved at bruge de forstørrelsesforhold du netop har fundet, eller ud fra de regler du har lært, skal du bestemme størrelsen på den nye firkant.

---

**Begrænsninger**

Prøv at tage lampen meget højt op. Hvad sker det med skyggen? Hvorfor kan det være et problem på et røntgenbillede?

---

**Efterbehandling: Den virkelige verden**

På virkelige røntgenbilleder gælder de samme principper for forstørrelse og skarphed. Her vil man helst undgå forstørrelse af billedet, da det kan forvrænge billedet.

En patient kommer på skadestuen, og der er mistanke om, at han har brækket armen. Der skal tages et røntgenbillede. Ud fra hvad du lige har lært, hvor ville du så placere armen i forhold til røntgenkilden for at få det bedste billede? (indtegnes på skanneren nedenfor)

---

Udover til brækkede knogler bruges røntgen også meget til at skanne brystkassen. Dette kaldes et thorax skan, og bruges til at se efter lungebetændelse, størrelse på hjertet og eventuel lungekræft.

I brystkassen findes forskellige organer, som alle kommer med på samme billede. Hvilke udfordringer kan det give, at ikke alle organer og knogler har lige langt til underlag og røntgenkilde?



## Øvelse 4.5: Under huden med CT

### Oplæg

En CT-skanner tager røntgenbilleder fra mange forskellige retninger og sætter dem sammen til et 3D-billede. Det kalder vi tomografi. Fordi billedet er i 3D kan vi kigge på det fra mange vinkler. Det svarer til, at man kunne skære en person over og kigge inden i personen. Dog helt uden at personen kommer til skade. Det betyder, at man nu kan kigge på menneskets organer og knogler på en computerskærm, præcist ligesom lægen gør det på hospitalet.

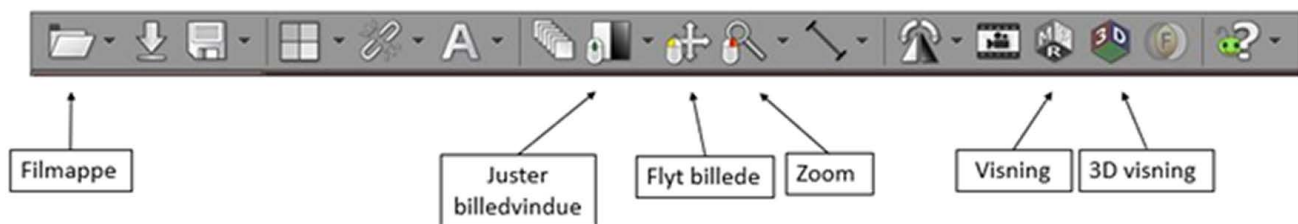
### Formål

I denne øvelse får du lov til at komme under huden og gå på opdagelse i den menneskelige krop. Du skal bruge et computerprogram til at kigge på CT-billeder af et menneske. Dette giver dig mulighed for at se de billeder, man får fra en CT-skanning og genkende forskellige knogler og organer.

### I skal bruge

- Computer med installeret RadiAnt og billederne hentet fra hjemmesiden - Se guide ovenfor

### Sådan gør I



Load data ind i "Radiant":

1. Radiant åbnes ved at klikke på ikonet på skrivebordet.
2. Klik på "fil-mappe" ikonet i øvre venstre hjørne.
3. Vælg den mappe, som indeholder CT-billederne.
4. Klik på "ok".
5. Nu har du CT-billedet.

Undersøg programmets funktioner:

1. Bevæg dig igennem billederne. Du kan scrolle på musen og bevæge dig igennem billederne.
2. Zoom ind på et billede. Klik på zoomknappen i værktøjslinjen, klik på billedet og hold muse-knappen inde mens du bevæger musen opad.
3. Udforsk programmets andre muligheder.

Undersøg billederne fra forskellige vinkler:

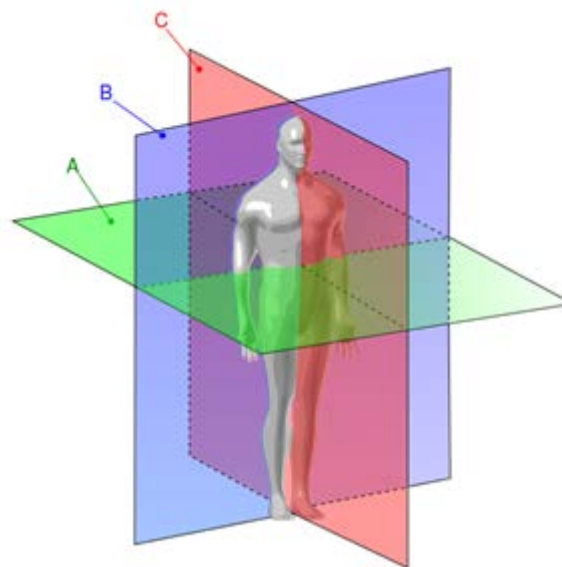
1. Kig på billedet fra forskellige vinkler ved at ændre visning.
  - Klik på "visning" (multiplanar rekonstruktion) i værktøjslinjen og afprøv de tre muligheder axial, coronal og sagittal.
  - Hvis programmet giver en advarsel, skal du bare klikke OK, det gør ikke noget.

2. De tre visninger svarer til at tage et snit igennem mennesket i forskellige retninger. Diskutér med din klassekammerat, hvilket af de tre snit nedenfor (blå, grøn og rød) der svarer til de tre retninger og udfyld nedenfor:

A: \_\_\_\_\_

B: \_\_\_\_\_

C: \_\_\_\_\_



3. Klik på "visning" (multiplanar rekonstruktion) i værktøjslinje og vælg 3D MPR. Du kan nu se alle tre retninger på samme tid.

4. Hvilke organer og knogler kan du finde? Husk at bruge alle tre billeder til undersøge det.

a. Hjertet

*Tip! Hjertet ses i højre side, men det sidder rigtigt i venstre. Det er den måde scanningsbilleder normalt vises, og svarer til, at du kigger dig selv i spejlet.*

b. Lungerne

c. Den nederste ryghvirvel

d. Ribben

e. Tænder

f. Knæskal

g. Øjne

h. Fødderne *alle de mange knogler*

i. Andet?

*Tip: Du kan få forskellige snit ved at holde musen over et af billederne og scrolle på museknappen. De tre farvede linjer og punkterne på dem viser dig hvordan billederne hænger sammen.*

En CT-skanner tager mange røntgenbilleder af personen og fra mange vinkler. Billederne sættes derefter sammen i et avanceret computerprogram, så det danner et 3D-billede.

Du kan måske huske, at du på et tidspunkt fik en Advarsel fra programmet. Det skyldes, at computeren har lavet en fejl - se om du kan finde den.

*Tip! Fejlen ses bedst i coronal visning.*

5. Luk 3D-MPR vinduet ved at klikke på krydset i øverste højre hjørne.

I CT kan man ændre kontrasten alt efter, hvad man kigger på. Det svarer lidt til, at man bruger et filter, som du kender fra Snapchat og Instagram.

Prøv at ændre kontrasten til "CT abdomen" i "juster billedvindue".

6. Vælg coronal visning og find nyrerne.

*Tip! Nyrerne ligger mod ryggen under leveren.*

7. Skift mellem "CT abdomen" og "standardvindue" under "juster billedvindue"

Er der forskel?

Kig på de organer du prøvede at finde i spørgsmål 3.

Det er nu meget nemmere at skelne de forskellige organer fra hinanden.

8. Skift mellem de forskellige vinduer og diskuter forskelle.

9. Få et 3D-billede frem ved at klikke op "3D visning" (3D volume rendering). Hvad træder tydeligst frem på billedet? Hvorfor det?

*Tip: Du kan zoome og flytte billedet ligesom før. Hvis billedet er lidt uskarpt, skal du bare vente lidt, så bliver det skarpere.*